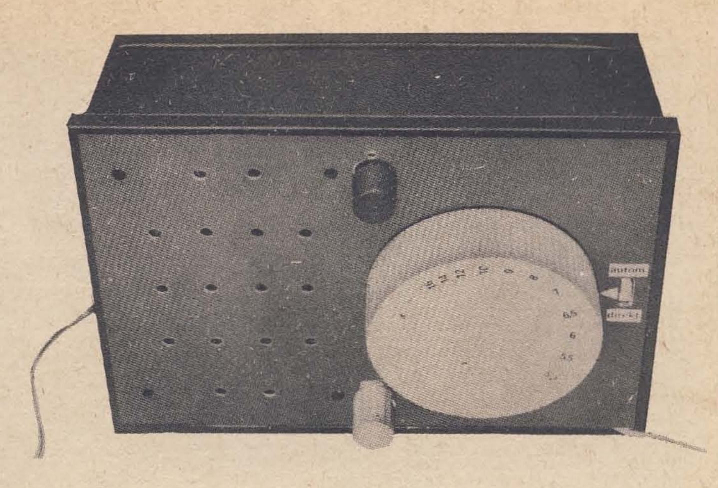




Bauplan 54
Preis 1,– M

Klaus Schlenzig

MW-Empfänger und Kurzzeitwecker

Mikroelektronik im Wohnbereich (II)

Inhalt

1. Einleitung

Dieser Bauplan hat ein wenig »Mosaikcharakter«. Warum das bezüglich des ersten Themas so ist, wird anschließend erläutert. Es geht also nicht vordergründig um genau »das« vorgestellte Modell, sondern um den Spiel-Raum im wörtlichen Sinne: Aus drei Bausteinen wird ein kleiner Mittelwellenempfänger, ein vierter (gleich großer) wertet diesen Super zur »Schlummerhilfe« auf, und mit einem fünften gleicher Größe läßt sich ein Weckradio realisieren. Dieser fünfte Baustein wiederum ergibt, lediglich anders programmiert, für sich allein einen Timer, der sich auf Wunsch nachtriggern läßt und der dies alles vermag zwischen Minuten und Tagen aktiver oder Wartezeit.

Er setzt einen Schaltkreis voraus, den man vielleicht gerade einmal nicht bekommt, der aber erstmals Anfang 1983 als Amateurtyp angeboten wurde. Das wiederum verführte auch zum unkonventionellen Einsatz. Das Ergebnis, ein batteriegespeister Kurzzeitwecker mit automatischer Selbstabschaltung und Signalton begrenzter Zeit, rechtfertigt die Voraussetzung, daß der Nachnutzer nicht ganz ohne Mitdenken auskommt, wenn gerade sein Amateurtypexemplar etwas »am Rande« liegt.

Zum Empfänger alle nötigen Teile zu erhalten dürfte weit weniger problematisch sein als die Frage, welche gerade im örtlichen Angebot sind. Darum ist auch hier Mitdenken erwünscht – im Interesse der eigenen optimalen Lösung.

Bei allen in diesem Bauplan angeregten Vorhaben werden die parallel erhältlichen ätzfesten *typofix*-Leiterbilder wieder wichtige Hilfe sein.

2. R 244 D und R 211 D: Bausteinsuper für Mittelwelle

2.1. Variationen zum Thema

Den Empfängerschaltkreis *R 244 D* (Markentyp *A 244 D*) gibt es (ebenso wie den *A* bzw. *R 211 D*) schon einige Jahre. Bauplan 42 enthält Schaltungsvorschläge mit ihm und seine Daten. Zum *R 211 D* befindet sich in diesem Bauplan auch eine Leiterplatte (Kleinstereoverstärker für Kopfhörer, Format 40 mm × 50 mm). Sie existiert als ätzfestes Leiterbild auf dem *typofix-electronic-special*-Blatt zum Bauplan 42.

Eine interessante Leiterplatte für einen Empfängerbaustein entstand erst später. In Band 28 der Reihe »Der junge Funker« kann man dazu alles Nötige nachlesen. Bis auf die Oszillatorspule, zu der noch einiges gesagt werden muß, und etwas »Mitarbeit« bezüglich der beiden ZF-Filter kann diese Platte schnell mit handelsüblichen Bauelementen – zu denen ein blaues 455-kHz-Piezofilter gehört – bestückt werden. Parallel zum vorliegenden Bauplan entstand für sie eine *typofix*-Folie. An dieser Leiterplatte ist »vorn« nur die Koppelwicklung eines Eingangskreises mit Ferritstab und Mittelwellen-Drehkondensator anzuschließen. (Auch zu diesen Bauelementen folgen noch Informationen.) Außerdem muß man das Oszillatorplattenpaket des Drehkondensators mit dem Baustein verbinden. Hinten kommt bereits NF heraus, die schon mit Kopfhörer wahrzunehmen ist, aber besser einem NF-Verstärker zugeführt wird. Dieser NF-Verstärker jedoch stammt bereits aus Bauplan 50. Er erfüllte dort die Aufgabe eines Telefonverstärkers. Entsprechend niedrige Kapazitätswerte trugen zur bevorzugten Verstärkung der Sprachfrequenzen bei. Im vorliegenden Zusammenhang soll er noch »weiter unten« ausreichend verstärken. Daher wird er in der Bestückung etwas modifiziert. (Es geht aber auch schon mit dem Original, das man vielleicht zum Bauplan 50 gebaut hat!)

Mit wiederum 40 mm × 50 mm paßt der Verstärkerbaustein gut zum Empfängerbaustein. Beide zusammen, Drehkondensator, Ferritstab, ein Lautstärkepotentiometer und ein Lautsprecher bilden bereits einen kleinen Mittelwellenempfänger. 6 bis 9 V sind für ihn brauchbare Betriebsspannungen. Wer ein handliches Taschengerät daraus gewinnen möchte, wird z. B. eine wiederaufladbare *7 D 01*-Knopfzellenbatterie verwenden und sich mit wenigen Betriebsstunden zwischen zwei Ladungen zufriedengeben. Etwas Musik fürs Wochenende legt *R 14*- oder *R 20*-Zellen nahe (am besten fünf Stück). Viele Interessenten aber wollen einfach mit Musik einschlafen. Dann ist eine Steckdose meist nicht fern. Also speist man in solchem Falle das Gerät aus einem Klingeltransformator. Netzprobleme gibt es nicht, wenn die niedrige Sekundärwechselspannung bis zum Nachttisch geführt wird. Das Gerät braucht dann eine Gleichrichtereinheit. Auch sie existiert seit Bauplan 50, ebenfalls im Format 40 mm × 50 mm.

Dies ist kein Bauplan mit dem Zentralthema »Rundfunkempfänger«. Das würde heißen, ein Gerät mit allen Details starr vorzugeben, mit Gehäuse und Maßskizzen. Sicherlich geht so etwas auch. Doch diesmal ist es nicht so sinnvoll. Das hat einige Gründe.

Würde man sich z. B. auf einen Taschenempfänger festlegen, so wäre eigentlich eine Gesamtleiterplatte sinnvoller. Doch sie kann nur optimal sein, wenn alle anderen wichtigen Teile im Typ festgelegt werden. Angesichts der Vielfalt von (parallel oder auch zu unterschiedlichen Zeiten und örtlich unterschiedlich) angebotenen Drehkondensatoren und Lautsprechern wäre das eine eher hemmende Einschränkung. Möge also der Anwender nach Inbetriebnahme der Leiterplatten auf der Tischplatte anschließend den ihm sinnvoll erscheinenden Lautsprecher wählen und ihn und den Drehkondensator zusammen mit den Bausteinen z. B. auf einer Halbzeugplatte montieren. Die Anordnung dürfte vom gewählten Gehäuse ebenso abhängen wie vom Aufwand für eine Skale. Eine große Scheibe als direkter Antrieb stellt dabei das Minimum des Sinnvollen dar. Wenn der örtliche Amateurbedarfshandel ein zur Drehkondensatorachse passendes Seilrad bereithält, dann sollte man sich an eine Linearskale wagen. Im »Großen Radiobastelbuch« und in der »Amateurtechnologie« findet man dazu bei Bedarf weitere Anregungen. Beide Bücher sind in größeren Bibliotheken auszuleihen.

Die Empfehlung, eine kupferkaschierte Halbzeugplatte als »Chassis« und gleichzeitig als Vorderwand zu benutzen, hat mehrere Vorzüge: Alle Teile des Geräts sind gut zugänglich auf einer Montageplatte vereint, die Kupferfolie (mit Gerätemasse verbunden) wirkt als Schirm, und die Bausteinmontage kann sehr einfach werden. In Bild 1 ist eine vielleicht auf den ersten Blick etwas umständlichere Variante erkennbar. Sie hat jedoch zwei Vorteile: Die Bausteine bleiben beidseits zugänglich und sind außerdem bei Bedarf auch leicht zu demontieren. Die Ecklöcher jeder Leiterplatte gestatten dieses Verfahren. Man prüfe aber stets, ob aus Platzgründen die Lötfläche des gewählten Lochs mit einem anderen als mit Massepotential verbunden ist. In solchem Falle muß die Stelle, an die man den Stützdraht auf der Trägerplatte lötet, durch einen umlaufenden Doppelschnitt und Herausschälen eines Foliestreifens isoliert werden. Das mindert aber die mechanische Stabilität der Befestigung.

Wer mit dem Gehäuse nicht viel Arbeit haben will, benutzt z. B. einen im Werkzeughandel erhältlichen Transportbehälter aus schwarzem Preßstoff und paßt die Frontplatte in dessen Randrahmung ein. Eine hinten angebrachte querliegende Fußleiste (kleben oder verstiften) bringt bei Bedarf den auf eine Seite gestellten Behälter in die Vertikale. Mit farbigem Velourpapier oder Kunstleder beklebt, erhält das Ganze ein freundlicheres Aussehen, eben gerade recht für einen Platz neben dem Bett oder auch in Küche oder Bad (dann nur batteriebetrieben, da Klingeltransformatoren nur für trockene Räume zugelassen sind!).

Genug der Einleitung – nach diesen Tips vermag jeder Bauplanpraktiker »sein« Gerät zu gestalten, ohne daß es ihm starr vorgegeben ist. Die in Bild 1 zusammengefaßten optischen Informationen zu einem Mustergerät vermitteln entsprechende Anregungen, wenn auch dieses Muster nicht unbedingt in jeder Hinsicht optimal sein mag. Der relativ große Ovallautsprecher bestimmte weitgehend die Flächenaufteilung. Das Gerät enthält bereits eine »Schlummerautomatik«, zu der noch Informationen folgen. Abschließend noch ein sehr notwendiger Hinweis: Wenn es auch »nur« Mittelwelle ist, so sollte man doch selbst im Versuchsstadium eine starre Zuordnung von Drehkondensator, Ferritstab und Empfängerbaustein vorsehen, z. B. auf einem kleinen Brett. Anderenfalls werden das Abstimmen schwacher Sender und der Abgleich insgesamt zum nervenaufreibenden Geduldsspiel! Dabei muß die Ferritstabwicklung wenigstens einen Stabdurchmesser von metallischen Flächen entfernt bleiben, sonst wird sie zu stark gedämpft. Auch dicht neben der Oszillatorspule darf sich keine Metallfläche befinden. Darauf ist auch bei der Bausteinmontage zu achten – Seite mit Oszillatorspule nach hinten, von der Frontplatte abgewandt, legen!

2.2. Empfängerbaustein mit R 244 D

Der Stromlaufplan dieses Bausteins lehnt sich, wie das bei integrierten Schaltkreisen oft sinnvoll ist, an Herstellerempfehlungen an (Bild 2a).

Der Baustein ist ab etwa 4,5 V betriebsfähig. Für die ZF-Filter wurde in Anlehnung an den vom Hersteller empfohlenen Stromlaufplan eine Kombination von Spulen- und Piezofilter benutzt, die beim Abgleich vorteilhaft ist, wie sich noch zeigen wird. Die Spulenfilter sind übliche Typen aus dem Ersatzteilsortiment des Kombinats *Stern-Radio* (AM 1 und AM 6 bzw. Nachfolgetypen), auf der von ihnen beanspruchten Fläche können aber auch andere Filtertypen untergebracht werden. Dabei beachte man, daß AM 1 und AM 6 nicht im üblichen 2,5-mm-Raster liegen, sondern 4 bzw. 8 mm Anschlußabstand haben. Auch die Filterhaubenanschlüsse sind zu berücksichtigen bei dieser Dimensionierung. Setzt man andere Filter ein, ist bei der Plattenherstellung am besten schon im *typofix*-Abreibebild auf deren geringfügig andere Abstände Rücksicht zu nehmen. Bild 2b zeigt das Leiterbild im bewährten (hier recht vollen!) Format 40 mm × 50 mm, die Bestückung ergibt sich aus Bild 2c. Bild 2d und Bild 2e zeigen Musteransichten. Die Oszillatorspule ist im Muster ein Eigenbau. Sie wurde aus einer *TBT 800*-Spule »6« gewonnen (fünf Anschlüsse im Raster); wegen des gegenüber dem Standardfilterkern abweichenden Kernbeiwerts (gelbes Kerngewinde) mußte in die oberen beiden der drei Kammern (untere frei lassen) symmetrisch verteilt 0,15-CuL-Draht mit folgenden Windungszahlen gewickelt werden: Plus-6: 85 Wdg. (»1a«), 6-Drehkondensator: 32 Wdg. (»1b«), 5-4: 15 Wdg. (0,25 CuL). Der Drehkondensator hatte bei dieser Dimensionierung 215 pF für Oszillator und 285 pF für Eingangskreis als C_{max}. Zur Selbstherstellung auf anderen Spulenkörpern folgen noch Angaben. Man beachte auch jetzt schon die Information am Ende von Abschnitt 2.3. bezüglich kleinerer Drehkondensatorkapazitäten!

Bei Irrtümern in der Anschlußfolge (wickelsinnmäßig) müssen nur die Anschlüsse der Koppelwicklung (15 Wdg.) miteinander vertauscht werden. Man berücksichtigt das am besten schon bei der Spulenherstellung durch zwei um die Anschlußbeine gelegte 0,6-mm-Schaltdrahtstückchen, die dann auch bei eingebauter Spule als Anschlußpunkte noch zugänglich sind. Wird der Körper eines Standardfilters mit nur vier Anschlußstiften eingesetzt, so ist sinngemäß zu verfahren, d. h., man steckt ein dann unter dem Spulenkörper herausragendes Schaltdrahtstück in das nach Plus führende Lötauge. Achtung – die Oszillatorspule erhält keine Schirmhaube! Natürlich können auch die ZF-Filter selbst gewickelt werden. Unbekannte Kerne bestimmt man nach der weiter hinten beschriebenen Methode. Im übrigen hängen die Windungszahlen der Kreiswicklungen (also der zum Drehkondensator führenden) von Oszillator und Eingangskreis nach *Thomson* von den Kapazitätswerten des benutzten Drehkondensators ab. Da einige unterschiedliche Typen im Angebot sind, können keine detaillierten Angaben dazu gemacht werden, jedoch folgen anschließend noch Tips für das Ausmessen solcher unbekannter Typen. Bei der Inbetriebnahme wird zunächst ermittelt, ob der Baustein eine normale Stromaufnahme hat. Es muß in der Größenordnung von 8 mA gemessen werden, wenn man zunächst mit einer (möglichst frischen) 4,5-V-Flachbatterie als Testspannungsquelle arbeitet. Nun ist der Oszillator zu testen. Bei angeschlossenem Drehkondensator muß sich beim Durchdrehen ein Punkt finden lassen, bei dem (da Mittelwelle empfangen werden soll) ein auf etwa 1,2 MHz eingestellter beliebiger Mittelwellenempfänger einen Pfeifton wiedergibt. Zu diesem Zweck hält man ihn, wenn das ein Taschenempfänger ist, mit seiner Ferritantenne nahe und achsenparallel an die Oszillatorspule. Bei einem Empfänger mit Antennenbuchse wird eine kurze Leitung in diese Buchse eingeführt und ebenfalls in die Nähe der Oszillatorspule gelegt. Der Oszillator soll 455 kHz über der Eingangsfrequenz schwingen, bei Mittelwelle also zwischen 980 und 2060 kHz. 1,2 MHz liegen damit – vom Drehkondensator her gesehen – relativ weit »unten« (nahezu eingedrehte Plattenpakete). Das untere Bereichsende läßt sich daher recht gut am Vergleichsgerät finden. Bei Bedarf sind, wenn der Kern schon Rechtsanschlag hat, noch einige Windungen aufzubringen, anderenfalls nimmt man einige ab. So läßt sich auch die Oszillatorspule einem unbekannten Drehkondensator mit relativ geringem Aufwand anpassen.

Die genaue Eingangskreiswindungszahl ist dabei ebenfalls zunächst unkritisch – man beginnt beim Stab 8 × 100 am besten mit 80 bis 90 Wdg., einlagig und auf Papprohr verschiebbar (mit Alleskleber gesicherte Wicklung, z. B. Volldraht 0,4 mm).

An den Baustein wird nun ein NF-Verstärker oder auch nur ein hochohmiger Kopfhörer angeschlossen. Bei nicht allzu stark verstimmten ZF-Kreisen, funktionierender Oszillatorspule (wovon man sich mit dem beschriebenen Test ja überzeugt hat) und einwandfreier Gesamtbestückung wird man nun beim Abstimmen in vielen Fällen bereits den Ortssender empfangen. In dieser Lage genügt es, die beiden

ZF-Filter auf maximale Wiedergabelautstärke bzw. auf maximale Spannung an Anschluß 10 des *R 244 D* abzugleichen, da die exakte ZF vom Piezofilter vorgegeben ist. Anschließend wird die Ferritstab- oder Eingangskreiswicklung mit Hilfe eines am unteren Bereichsende liegenden Senders optimiert (Verschieben auf dem Stab, Ab- oder Zuwickeln einiger Windungen). Unter der heute bei reinen Mittelwellengeräten meist gegebenen Voraussetzung eines speziellen Drehkondensators mit »frequenzgang-optimierten« Kapazitätswerten (also für die in der Frequenz höher liegende Oszillatorspule kleinere Endkapazität) entfällt der früher gefürchtete mehrfache 3-Punkt-Abgleich. Man sucht vielmehr einen Sender am oberen Bereichsende und »optimiert« an den am Drehkondensator meist angebauten Trimmkondensatoren ebenfalls die Wiedergabelautstärke. Das geschieht zweckmäßig abends bzw. nachts, dann sind dort die Empfangsbedingungen am besten. Abschließend wird unten eventuell nochmals geringfügig an der Eingangsspule korrigiert. (Es ist ein sinnvoller Kompromiß bezüglich der Abweichungen zwischen den Kapazitätsverläufen der beiden Plattenpakete anzustreben; es wird also nie für jeden Sender ein Maximum an Übereinstimmung geben!) Solche Arbeiten üben ungemein und vermitteln »HF-Gefühl«, das keine (Nur-) Lektüre von Fachbüchern ersetzen kann.

Sollte die erste Inbetriebnahme trotz schwingenden Oszillatorteils keinen empfangswürdigen Sender liefern, legt man den Oszillator zunächst durch etwa 22 bis 47 nF parallel zum Oszillatorkreis »tot« und führt Anschluß 4 des Schaltkreises über etwa 2,7 kΩ die positive Betriebsspannung zu. Der *R 244 D* arbeitet nun als »Geradeausempfänger«. Als nächstes braucht man einen Prüfgenerator. Wer keinen *TB 2* oder *TBT 800* (siehe z. B. »Bauplan-Bastel-Buch«) hat, verwendet vorteilhaft einen 455-kHz-Piezogenerator mit Tonmodulation. Dazu braucht man, wie Bild 3 zeigt, nicht viel. Als Baugrundlage genügt z. B. ein Stück Punktrasterplatte, als Spannungsquelle ein *RZP 2*-Akkumulator oder zwei Nickel-Cadmium-Knopfzellen. Abgeglichen wird am Basispotentiometer so, daß in einem hochohmigen Kopfhörer ein »runder« (angenehmer) Pfeifton zu hören ist. Das Ausgangspotentiometer wird zunächst auf Maximum gestellt. Masse Generator verbindet man mit Masse Baustein und speist zunächst am letzten AM-Filter ein. Im Kopfhörer oder im NF-Verstärker muß nun die niederfrequente »Unterbrecher«-Frequenz des 455-kHz-Testgenerators zu hören sein. Man gleicht den Filterkern auf Tonmaximum ab und nimmt dabei auch die Generatoramplitude entsprechend zurück. Dann wird das Piezofilter im Baustein eingangsseitig (also Ausgang des ersten Spulenfilters) auf »Durchlaß« getestet. Anschließend erhält der Eingang des ersten Filters (Ausgang Schaltkreis) das Signal, und auch dieses Filter wird auf Maximum gestellt. Schließlich speist man noch in einen der beiden symmetrischen HF-Eingänge ein (Koppelwicklung vom Eingangskreis ablöten) und testet damit die Schaltkreisfunktion. Außerdem können nochmals beide Filter zur Kontrolle »nachgezogen« werden. Nach Entfernen der beiden Hilfsbauelemente (*R* und *C*) im Oszillatorteil und Anlöten der Eingangskoppelwicklung muß nun der Baustein empfangen. Der weitere Abgleich läuft so ab, wie bereits beschrieben.

Es erscheint sinnvoll, nach diesen Schilderungen eines relativ unkonventionellen Abgleichs mit Amateurmitteln wenigstens zu skizzieren, wie man bei entsprechendem Gerätepark (also vor allem mit einem geeichten Prüfgenerator) vorgeht: Man beginnt am unteren Bereichsende, das mit der Oszillatorspule abgeglichen wird. Die Eingangskreisspule ist dann auf maximale Spannung am Anschluß 10 des *R 244 D* oder auf größte Lautstärke einzustellen. Danach wird das obere Bereichsende mit den beiden Trimmkondensatoren (wieder erst Oszillator, dann Eingangskreis) festgelegt. Der Abgleich ist danach unten zu korrigieren und oben zu beenden.

2.3. Wahl der Spulen und Drehkondensatoren

Während das Angebot an Schwingkreiskondensatoren begrenzt und überschaubar ist, sucht der Interessent oft vergeblich nach der passenden Spule für seine Schaltung. Es gibt zwar ein relativ breites Sortiment »bewickelter Bauelemente«, angefangen von Teilen für Mittel- und Kurzwellenempfänger bis hin zu Filtern für Fernsehempfänger. Auch einige Sorten Ferritstäbe sind im Angebot. Die Daten der Kerne dieser Spulen und der geeignete Frequenzbereich müssen aber erst ermittelt werden. Den Frequenzbereich wird man zumindest durch die ursprüngliche Bestimmung der Spule (des Filters) ungefähr bestimmen können. Offen bleibt meist, wieviel Windungen für den gewünschten Zweck nötig sind, denn ein Induktivitätsmeßgerät wird nicht gerade zur Anfängerausrüstung gehören.

Am Beispiel eines Ferritstabs sei deshalb im folgenden ein praktikabler Weg zur Kernbestimmung erläutert. Für den angestrebten Zweck genügt lackisolierter Volldraht, Durchmesser etwa 0,3 bis 0,4 mm.

Davon werden eng aneinander 100 Wdg. auf den Kern gewickelt. Die Enden legt man mit Klebstreifen oder Heftpflaster fest. Zwischen Kern und Wicklung kommt vorher noch eine dünne Papprõhre. Dadurch läßt sich die Spule verschieben. Außerdem benötigt man noch einen Kunstfolie- oder Keramikkondensator (kein *Epsilan!*) von 220 oder 470 pF mit möglichst kleiner Toleranz (5%) und eine Detektorschaltung mit Verstärker, die, indem man etwa 15 Wdg. auf das eine Spulenende wickelt, an den Schwingkreis gekoppelt wird. Für den Verstärker reichen – je nach örtlichen Bedingungen – vielleicht zwei Stufen, oder man muß sogar (gestrichelt) über eine geringe Kapazität eine kleine Hilfsantenne ankoppeln. In hartnäckigen Fällen (weiter entfernter Sender) muß man die Diode sogar an die Kreiswicklung anschließen. Dadurch wird der Kreis aber »breiter« in der Abstimmung.

Für den Verstärker steht der Baustein mit *R 211 D* und Vorstufe zur Verfügung. Entgegen der Reihenfolge der Beschreibung in diesem Bauplan ist es also sinnvoll, mit dem Bau dieses Verstärkers zu beginnen. Anschließend kann man ihn als »black box« betrachten und gemäß Bild 4 als Meßdetektor-Verstärker benutzen.

Die Frequenz des stärksten Mittelwellenortssenders ist wohl immer bekannt. Durch Verschieben des Ferritstabs in der Spule und im Vergleich mit einem Rundfunkempfänger wird er gesucht. Ein Teil der Windungen ragt jetzt über den Stab hinaus. Diese werden abgewickelt und abgeschnitten. Vom neuen Ende entfernt man die Isolation und lötet es an. Nun wird der Ferritstab so weit in die Spule hineingeschoben, bis der Ortssender wieder erscheint. Die übriggebliebenen Windungen sind die Rechengrundlage für den Kernfaktor K. (Sollte übrigens der Sender mit 220 pF nicht zu finden sein, weil er zu »tief« liegt, dann 470 pF benutzen!) Es gilt $L = K \cdot w^2$ oder $K = L/w^2 \cdot L$ wiederum ergibt sich nach der *Thomsonschen* Schwingungsgleichung aus $L = \frac{1}{4\pi^2 \cdot f^2 \cdot C}$.

Beispiel: $f = 1$ MHz, $w = 60$, $C = 220$ pF.

Die Induktivität ist dann $L \approx 115 \cdot 10^{-6}$ H und damit $K = 0{,}032 \cdot 10^{-6}$ H. Hat man nun aus einem ausgedienten Rundfunkempfänger einen schönen großen Luftdrehkondensator mit $C_{max} = 500$ pF zur Verfügung, so ergibt sich das bei C_{max} für $f_{min} = 510$ kHz nötige L zu etwa $195 \cdot 10^{-6}$ H. Das bedeutet im Beispiel $w = \sqrt{L/K} = 78$ Wdg. Hinweis: Für sehr kleine oder sehr große Windungszahlen gegenüber der Testwindungszahl wird die Rechnung nicht mehr ganz zutreffen. Dieser Drehkondensator aus einem Empfänger-»Veteranen« wurde bewußt genannt. Wie man damit verfährt, bestimmt auch die Einstellung der Familie zum Hobby. Typische Rundfunkempfänger früherer Zeiten enthalten oft einen sorgfältig konstruierten Skalentrieb und eine große Linearskale. Wo der Platz reicht, kann ein solches Gerät, von allen anderen störenden Teilen befreit, als Meßhilfe genutzt werden. »Profis« dürfen auch Spulensatz und Wellenschalter einbeziehen – also diese Teile nicht unbedingt zerstören oder wegwerfen!

Wir begnügen uns mit einem Plattenpaket des Drehkondensators. Sinnvoll ist es natürlich, den Verstärker gleich mit auf dem Chassis unterzubringen und ggf. sogar den Lautsprecher des Geräts zu nutzen. Keinesfalls aber das Netzteil – Berührungsgefahr! Netzschnur ganz am Anfang gleich entfernen.

Worauf kommt es an? Mit Drehkondensator und Skale steht der Kern eines passiven L- und C-»Schätzers« zur Verfügung. In der Nähe des Drehkondensators, aber mit entsprechendem Abstand von Metall (siehe vorn), montiert man den bereits vorgestellten Ferritstab und schließt den »Meßdetektor-Verstärker« an. Der Ferritstab läßt sich so abgleichen, daß die Skale wieder dem Mittelwellenbereich entspricht. »Rückwirkend« – da der K-Faktor dieses Stabes vorher ermittelt worden war – kann nun das aus den für diesen Drehkondensator nötigen Windungen resultierende L errechnet werden: $L = K \cdot w^2$. Ältere Empfänger enthalten oft zwei gleiche Plattenpakete mit je 500 pF. Nach *Thomson* muß sich also jetzt (etwa!) ein solcher Wert ergeben. Andere typische Werte sind 350 pF, seltener 270 pF. Der Plattenschnitt ist so gewählt, daß sich oben die Frequenzen nicht zu stark drängen. Die Frequenzangaben der Originalskale können nun zur Berechnung einiger C-Zwischenwerte genutzt werden: $C = \frac{1}{4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L}$. So läßt sich die Skale sogar rein rechnerisch in C-Werten kalibrieren. Bei Bedarf vermerkt man wichtige Sender und Frequenzen. Jede Fremdspule im Mittelwellenbereich kann nun, sofern sie nicht gerade sehr ungünstig liegt, mit dem Drehkondensator zusammen einen näher gelegenen Mittelwellensender aufnehmen, wenn die Hilfsantenne genügend Energie einkoppelt. Je weiter der Drehkondensator dabei herausgedreht ist, um so stärker wirkt sich allerdings die Antennenkapazität verstimmend aus. Daher eben so lose wie möglich ankoppeln. 10 pF sind da schon sehr günstig. Liegt jetzt der empfangene Sender auf der Frequenzskale höher, als es seiner realen Frequenz entspricht, muß das L der fremden Spule verkleinert werden, damit sich ihr K-Faktor bestimmen läßt, und umgekehrt.

Damit steht also auch ein Hilfsmittel zur Verfügung, um unbekannte Drehkondensatoren zu bestimmen. War dies nur eine der möglichen Varianten zur Bestimmung unbekannter Schwingkreiselemente, so folgt nun eine total unkonventionelle Methode, den gerade erworbenen Drehkondensator zu untersuchen. Dazu wird eines seiner beiden Plattenpakete statt des »Meß«-Kondensators an den Ferritstab angeschlossen. Anschließend sucht man mit dem neuen Drehkondensator wieder den Ortssender. Das Ergebnis zeigt, ob er die dazu erforderliche Kapazität hat (sie läßt sich auch auf der vorher geeichten Skale des Meßkondensators ablesen). Sinnvoller ist aber dies: Fremdtyp auf Maximum drehen (Rotorpaket voll im Statorpaket, ggf. zur besseren Sichtkontrolle Isolierhülle bei Folietypen entfernen); mit Ferritstab wieder Ortssender einstellen; Stablage fixieren; Meßkondensator statt des Fremdtyps anschließen und wieder den Ortssender einstellen. Die Skale zeigt nun die Kapazität des Fremdtyps an – vorausgesetzt, er hatte nicht einen größeren Wert als der Meßkondensator am Anschlag. Dazu noch kurz eine Information zu der heute üblichen Auslegung von Zweifachkondensatoren für Mittelwelle. Sie folgt aus dem unterschiedlichen Frequenzverhältnis von Oszillator- und Eingangsfrequenzbereich und spart Abgleichaufwand.

Ein sogenannter Superhetempfänger (d. h., er benutzt das Überlagerungsprinzip) bildet aus der Eingangsfrequenz f_e und einer im Gerät erzeugten Oszillatorfrequenz f_o eine konstante Zwischenfrequenz f_z, die weiterverarbeitet wird. Auf Mittelwelle gilt $f_z = f_o - f_e$. Sowohl Oszillator wie Eingangskreis müssen also frequenzmäßig im »Gleichlauf« abgestimmt werden, damit f_z überall stimmt.

Die Mittelwelle reicht etwa von 525 bis 1605 kHz. Das ist f_e. Der Oszillator muß $525 + f_z$ bis $1605 + f_z$ durchlaufen, wenn f_e in diesem Bereich abgesucht wird. f_z ist ein von Sendern frei gehaltenes, relativ schmales Frequenzband. 455 kHz ist heute der bevorzugte f_z-Wert. Der Oszillator muß sich demnach von 980 bis 2060 kHz abstimmen lassen. Das f_e-Verhältnis beträgt etwa 1:3,06; das für f_o nur 1:2,1. Da f von C^2 bestimmt wird (siehe *Thomson*-Gleichung), muß C_e im Verhältnis 1:9,35, C_o aber nur im Verhältnis 1:4,4 verändert werden. Bei zwei gleichen Plattenpaketen waren dazu Serien- und Parallelkondensatoren für C_o nötig, und der Abgleich gestaltete sich schwierig. Spezielle Drehkondensatoren, wie man sie vor allem für Kleingeräte kennt, enthalten schon rein optisch kleinere Oszillatorpakete. Die Rotoren sind meist verbunden und an Masse zu legen. Die Statoren bilden also die »heißen« Seiten. Schaltkapazitäten engen den Bereich in Richtung kleinerer C-Werte ein. Meist schon an den Drehkondensatoren angebrachte Trimmkondensatoren bieten Ausgleich im Bereich der hohen Frequenzen. Daher eben beginnt man »unten«: Mit Oszillatorspule Bereichsende bei 525 kHz festlegen, Eingangsspule auf Lautstärkemaximum, dann nach oben drehen; am Oszillatortrimmer Bereichsende, am Eingangstrimmer Amplitude einstellen. Danach etwa in Bereichsmitte Eingangs-L bei Bedarf geringfügig korrigieren und anschließend Ergebnisse kontrollieren.

Bei Drehkondensatoren mit kleinen Endkapazitäten kann es vorkommen, daß man die 1605-kHz-Grenze gar nicht erreicht, trotz ganz herausgedrehten Plattenpakets und auf Minimum gestellter Trimmkondensatoren. Kernabgleich ist nicht möglich, dann würde »unten« etwas fehlen. Schuld hat an dieser Lage oft die selbstgebaute Oszillatorspule. Bei ungünstig aufgebrachter oder unnötig überdimensionierter Koppelwicklung ergibt sich eine so hohe Spulenkapazität, daß das C-Verhältnis von 1:4,4 nicht mehr erreicht wird. Solche Probleme zeigten sich auch am Mustergerät, dessen Oszillator-Drehkondensator nur 85 pF hat. Erst das Verringern der Windungszahl der Koppelwicklung und ihre Plazierung konsequent auf der Masseseite der Kreiswicklung brachten den angestrebten Abstimmungsbereich. Man achte auch stets darauf, daß die Kreiswicklung nicht unnötig viel Windungen erhält, so daß beim Abgleich am unteren Bereichsende der Kern weit herausgedreht werden muß. Auch das führt insgesamt zu unnötig höherer Kreiskapazität.

Abschließend noch einige Worte zu den ZF-Filtern. Die aus dem Foto erkennbare Bauform mit der alten Bezeichnung *AM 1* bzw. *AM 6* findet sich derzeit meist mit dreistelligen Nummern. Wichtig bleibt das »A« für Amplitudenmodulation, wie sie bei Mittelwelle gegeben ist. Zieht man die Kappe ab, zeigt sich, ob nur zwei Anschlüsse (also ähnlich *AM 1*) oder vier (ähnlich *AM 6*) vorhanden sind. Drei sind ungünstig und eignen sich nur für *AM 1*-Ersatz. Abweichende Anschlußfolgen lassen sich durch Umlöten korrigieren. Die typischen C-Werte dieser Filter liegen bei 1 nF, sie befinden sich im Filterfuß und sind von unten sichtbar.

2.4. NF-Verstärkerbaustein mit R 211 D

Ein für Berliner Bedingungen entwickelter Rundfunkempfänger verleitet meist zur Unterschätzung des NF-Teils. Auch ein geregelter ZF-Verstärker hat schließlich einen Übergangsbereich, wo mit etwas mehr NF-Verstärkung weitere Sender »empfangswürdig« werden. Das Problem liegt in der Qualität der nötigen Vorstufe. Im ursprünglichen Verwendungsbereich der gemäß Bild 5a bereits hinsichtlich ihrer neuen Aufgabe bereinigten Schaltung fiel etwas Rauschen weniger ins Gewicht. Beim Rundfunkhören stört es mehr. Allerdings liefert gerade bei kleinen Antennenspannungen schon der HF-Teil einiges an Störgeräuschen mit, teils aus sich selbst, teils auch aus dem oft durch andere Elektrogeräte erzeugten »Störnebel«. Ein wenig gehört solcher »background« zum Zauber des Mittelwellenfernempfangs besonders in den Abend- und Nachtstunden. Lokalsender liefert schließlich die hauseigene HiFi-Stereoanlage um viele Größenordnungen perfekter. Gegen das Eigenrauschen des *R 244 D* läßt sich nichts tun. Markentypexemplare (*A 244 D*) werden im allgemeinen besser sein. Der *R 211 D* rauscht ebenfalls. Gravierender aber wirkt sich ein in dieser Hinsicht ungünstiger Vorstufentransistor aus. Mehr, als für ihn einen *SC 239* einzusetzen, kann man kaum tun. Bei einem weniger günstigen Typ hilft etwas ein leiterseitig zwischen Kollektor und Basis gelöteter Kondensator von 100 bis 470 pF. Er beschneidet die Höhen durch Gegenkopplung. Und Höhen sind bei Mittelwellenfernempfang ohnehin meist nur Störgeräusche. Wer Bauplan 50 (Bild 24) mit Bild 5a vergleicht, sieht: Das Eingangsfilter ist verschwunden, und die Koppelkondensatoren sind größer geworden. Zwischen 0,1 und 1 µF etwa werden dem Lautsprecher parallelgelegt oder vom Ausgang gegen Masse. Das unterdrückt einige zusätzlich mögliche Störgeräusche der Gesamtschaltung. Schließlich wurde der Siebwiderstand der Vorstufe verringert, und der Siebkondensator ist bei Bedarf auf 100 µF zu erhöhen, denn hiervon wird der Empfängerbaustein versorgt. Es war nicht notwendig, die Leiterplatte aus Bauplan 50 wesentlich zu verändern (Bild 5b). Das Potentiometer fügt man wahlweise in die bisherige Stelle ein oder überbrückt diese Lötösen und setzt es zwischen Empfängerbausteinausgang und Verstärkereingang. Falls der Vorstufentransistor stärker rauscht, empfiehlt sich die ursprüngliche Anordnung.

Bild 6 ergänzt die Informationen zu diesem Bausteingerät durch die an sich triviale Netzteilschaltung aus Bauplan 50. Gegen eine zu hohe Leerlaufspannung der neueren Klingeltransformatoren kann bei Bedarf ein Vorlastwiderstand von etwa 150 Ω/1 W parallel zum Ladekondensator angeschlossen werden.

3. Ergänzungen zu Empfängern mit Kleinspannungsspeisung

Unter den Begriff »Kleinempfänger« läßt sich das in Abschnitt 2. entstandene Gerät einordnen. Es soll in diesem Bauplan auf alle nicht mit einem eingebauten Netzteil versehenen Rundfunkempfänger angewendet werden. Nur dann besteht für den in Sachen Netzspannung nicht ausreichend Sachkundigen die gefahrlose Möglichkeit, das Gerät zu öffnen und zu verändern. Insofern ist der externe Klingeltransformator immer wieder der problemlose Ausweg. Diese billige, ständig verfügbare Kleinspannung erlaubt Lösungen, die bei reinen »Batteriefressern« wenig sinnvoll wären, wie die folgenden Vorschläge beweisen. (Einen automatischen Zeitschalter für batteriebetriebene Kleinempfänger ohne Ruhestrombedarf findet man dagegen in Bauplan 51!)

3.1. Einschlafhilfe mit »softline«-Verhalten

Die meisten mit einer Schalteinrichtung versehenen Empfänger arbeiten nach dem einfachen Ein/Aus-Prinzip. Wer zum Einschlafen noch etwas Musik braucht, wird oft wieder durch das plötzliche Ausschalten geweckt. Günstiger ist »weiches« Ausblenden. Infolge der Eigenschaften des Hörorgans sollte die NF-Spannungsabnahme vom Anfangswert an zunächst groß sein und dann immer langsamer verlaufen. Bekanntlich hat das Ohr eine logarithmische Kennlinie. Grob gesagt wirkt eine bestimmte Lautstärke erst dann »halb so laut«, wenn man die zugehörige NF-Spannung auf ein wesentlich kleineres Verhältnis zurückgenommen hat. Daß die Sache außerdem noch frequenzabhängig ist (um 1 kHz höchste Ohrempfindlichkeit), mag der »Profi« durch eigene Ergänzungen der vorgeschlagenen einfachen Zusatzschaltung berücksichtigen. Bauplangemäß wird auf weitere Theorie verzichtet und die Erprobung der Schaltung mit den in der Bastelkiste verfügbaren Bauelementen beschrieben. Da meist mit etwa 9 V Betriebsspannung gerechnet werden kann, ergibt sich eine Richtdimensionierung nach Bild 7. Diese Schaltung wird in die entsprechend gekennzeichneten Stellen des Empfängers gemäß Bild 8 eingefügt.

Die Einrichtung benötigt aus der Versorgungsspannungsquelle des Empfängers maximal etwa 70 mA, wenn man Bild 7 folgt. Ihr niederohmiger Ausgang wird dem Lautstärkepotentiometer des Empfängers einfach parallelgeschaltet. An den Eingang legt man die vom Potentiometer abgelötete NF-Leitung. In der vorliegenden Ausführung eignet sich die Schaltung unmittelbar für das Gerät nach Abschnitt 2. Dessen zusätzliche NF-Stufe bringt den bei ungünstigeren Empfangslagen erforderlichen zusätzlichen Spielraum (Rauschprobleme gemäß Darstellung in Abschnitt 2. beachten!). Es empfiehlt sich, die Einrichtung zwischen diese Stufe und den Endverstärker zu schalten. Die NF-Quelle, die vorher das Lautstärkepotentiometer gespeist hat, wird nun stärker belastet. Der vorgeschlagene Parallelwiderstand von 1 bis 3,3 kΩ kann allerdings bis auf etwa 10 kΩ erhöht werden, wenn die Ergebnisse nicht befriedigen. Das bedeutet dann jedoch auch eine größere restliche NF-Spannung, wenn der Fotowiderstand nicht mehr beleuchtet wird. Sein Dunkelwert bestimmt also entscheidend den insgesamt erreichbaren NF-Hub. Im Beispiel konnten mehr als 60 dB realisiert werden, genug für die meisten Ansprüche.

Es versteht sich, daß der Modul nach Bild 7 möglichst im Gerät untergebracht wird, denn lange Leitungen fangen Brumm, auch noch bei 1 kΩ Abschluß. Brumm darf außerdem nicht auf der Versorgungsspannung liegen, sonst moduliert der Optokoppler die NF mit 100 Hz – um so deutlicher hörbar, je kleiner die NF-Amplitude! All das bietet einen gewissen Experimentierspielraum. Schon der Optokoppler selbst – ein Eigenbau – sollte vor Inbetriebnahme einigen einfachen Messungen unterzogen werden.

Worum geht es? Die von der NF-Quelle gelieferte Spannung wird einem Spannungsteiler zugeführt, dessen Teilerverhältnis eine Funktion der Zeit ist. Die Zeitspanne beginnt jeweils nach Loslassen der kurz zu drückenden Starttaste S 1. Damit hat man den Kondensator auf U_S geladen. Die Spannung an ihm, vermindert um die Summe der Basis-Emitter-Spannungen beider Transistoren, bildet sich am Lastwiderstand ab, zu dem eine Lampe gehört. Gemäß $R_E \approx \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot R_L$ ist der den Kondensator entladende Widerstand R_E um so größer, je höher beide Transistoren verstärken.

Beispielsweise mit $R_L = 120\ \Omega = (R_V + R_{La})$, $\beta_1 = 100$ und $\beta_2 = 200$ ergäbe sich $R_E \approx 2{,}4$ MΩ. Bei $\beta_1 = \beta_2 = 330$ wären es schon 12 MΩ. (Der 1-kΩ-Widerstand vor der ersten Basis hat, wie man sieht, nur Schutzfunktion gegenüber »Ausrutschern« in der Schaltung.) Damit die Entladezeit des Kondensators C vom R_E-Wert weniger stark beeinflußt wird, liegt noch ein Widerstand R parallel. Mit 1 MΩ Grundwert ist U_C nach etwa 5 Minuten (bei Nennwert von C) auf etwa 0,7 U_S gesunken. Bei 2 MΩ verdoppelt sich diese Zeit. Ein zwischen K und A anschließbarer Stellwiderstand erlaubt bei Bedarf Zeitvariation. Mit S2 kann auf Wunsch nach kürzerer Zeit abgeschaltet werden.

Die exponentielle C-Entladung kommt der Forderung entgegen, daß sich die NF-Amplitude im ersten Teil der Schlummerzeit schneller verringert als in den weiteren Zeitabschnitten. Die Spannung an R_L treibt durch die Lampe also einen zuerst schneller abnehmenden Strom. Dem wirkt entgegen, daß der Lampenwiderstand mit sinkendem Strom und damit kleiner werdender Fadentemperatur ebenfalls kleiner wird. Damit wiederum sinkt aber auch R_E, so daß sein Einfluß auf U_C wächst. Insgesamt wurde am Muster das in der grafischen Darstellung nach Bild 9 erkennbare Verhalten gemessen. Dies am eigenen Aufbau nachzuvollziehen ist nicht schwer. Die Lampenkennlinie »$I_{La} = f(t)$« ergibt sich, wenn in Serie zur Lampe ein Strommesser eingefügt wird. Falls sein Innenwiderstand R_I in die Größenordnung des Lampenvorwiderstands R_V kommt, muß man diesen für die Dauer der Messung entsprechend verkleinern: $R_{V\text{meß}} = R_V + R_I$. Nach kurzem Drücken von S1 mißt man in konstanten Zeitabständen I_{La}. Damit liegt die Lampen-Zeit-Funktion vor, und man kann die Optokopplerkennlinie im »Zeitrafferverfahren« aufnehmen. Dazu genügt ebenfalls Gleichspannung. Man verbindet dazu einfach die Punkte 1 und 2 des Moduls; zwischen 3 und 4 wird ein Spannungsmesser gelegt, der bis 10 V messen kann. Nach »unten« sollte er im entsprechenden Bereich möglichst noch 10 mV gut ablesen lassen. Dabei darf er aber R_A nicht wesentlich belasten, d. h., sein R_I soll in diesem Bereich möglichst 50- bis 100mal so groß wie R_A sein.

Falls man für R_A wegen der Geräteeigenschaften statt 1 kΩ 10 kΩ eingesetzt hat, müßte R_I also 1 MΩ sein. Es sei denn, der Meßfehler wird rechnerisch berücksichtigt. Am besten wäre also ein Digitalvoltmeter. Doch auch das OPV-Multimeter aus Bauplan 52 vermag jetzt gute Dienste zu leisten! Ganz so schlimm ist die Sache ohnehin nicht, denn die Tendenz des weiteren Verlaufs, z. B. unterhalb 100 mV, läßt sich aus der gewonnenen Funktion $U_A = f(I_{La})$ gut erkennen. Allerdings wird nicht sie aufgetragen,

sondern gleich die interessierende $U_A = f(t)$. Dazu benutzt man die schon ermittelte Zuordnung zwischen I_{La} und t.

Mit $I_{La} \approx 30$ mA ist die Übertragungsgrenze des Optokopplers erreicht. Die Lampe glimmt jetzt nur noch so schwach, daß man die Messung abbrechen kann. Die Ergebnisse sind aber nur richtig, wenn die Kombination Fotowiderstand – Lampe wirklich lichtdicht verpackt ist. Die Lampe setzt bei 50 mA etwa 150 mW Wärmeenergie frei. Für eine solche Dauerleistung sollte das Volumen des Kopplers wenigstens 50 cm^3 betragen. Das wäre ein Würfel von fast 4 cm Kantenlänge. Doch über die Aktivzeit gesehen, sind es nur etwa 40 mW, wofür man auch mit etwa 10 cm^3 gut auskommt. (Ein stärker erwärmter Fotowiderstand hat bei gleicher Beleuchtungsstärke einen kleineren Widerstandswert!) 2 cm Kantenlänge sind darum angemessen. Man kann für die Haube des auf der Leiterplatte nach Bild 7c montierten Kopplers daher z. B. eine undurchsichtige Plastkappe der Größe 2 des alten Systems »Amateurelektronik« benutzen. Das geschah auch beim Muster. Die Kennlinie $U_A = f(t)$ in Bild 9 zeigt nun recht gut das gewünschte nichtlineare, einer e-Funktion nahekommende Verhalten. Sobald die Lampe nicht mehr glüht (unterhalb von etwa 25 mA), erreicht der Fotowiderstand seinen Dunkelwert. Das sind bei guten Exemplaren mehr als 10 MΩ. Für $R_A = 10$ kΩ ergibt das eine Teilung um 60 dB, bei 1 kΩ sogar um 80 dB. Damit geht das Restsignal im (hoffentlich leisen!) Rauschen des Endverstärkers unter. Kurz nach dem Einschalten wird die bei dieser Belastung ($R_A \approx R_{FW}$) für $R_A = 1$ kΩ verfügbare NF-Spannung dagegen lediglich auf etwa 1:1 geteilt. Am Lautstärkepotentiometer wählt man sofort die gewünschte Anfangsamplitude und überläßt alles weitere der Automatik.

Hinweis: Das Buch »Elektronikbasteln im Wohnbereich« enthält eine im Ergebnis ähnliche Schaltung einer Schlummerautomatik, jedoch mit einem Feldeffekt-Transistor realisiert. Das macht die Sache für den Anfänger etwas komplizierter.

3.2. Schaltzusatz für beliebige Einschalt- oder Verzögerungszeiten

Keinesfalls nur für Rundfunkempfänger ist die im folgenden vorgestellte Einrichtung interessant. Wird sie in Verbindung mit Abschnitt 2. benutzt, stört der Eigenstrombedarf dieses »Timers« nicht. Der Klingeltransformator liefert ihn unermüdlich. Es spielt dann also keine Rolle, ob die gesamte Stromversorgung des Empfängers geschaltet wird oder nur die NF – vielleicht sogar durch Kurzschließen des (dann kaum noch rauschenden) NF-Eingangs. Günstig erscheint auch der Einsatz des Optokopplers nach Abschnitt 3.1. als Schaltorgan. Dann ist sogar eine Kombination mit »weichem« Ausblenden möglich. Das Prinzip wird zunächst in Bild 10 angedeutet. Soll schließlich die gesamte Betriebsspannung (auch des Timers selbst) am Ende der eingestellten Zeit abgeschaltet werden, braucht man noch wenigstens einen Transistor. Sein Typ hängt vom Strombedarf des Geräts ab. Eine solche Ergänzung ist in Abschnitt 4. enthalten.

Die günstigste praktische Realisierung dieses Zusatzes hängt davon ab, ob er vorrangig für den Empfänger oder mehr für andere Zwecke genutzt werden soll. Beim Empfänger nach Abschnitt 2. hat der Baustein zwar noch Platz. Eine einigermaßen verläßliche Vorwahl größerer Schalt- oder Verzögerungszeiten setzt jedoch mindestens eine große Potentiometerskale, besser aber noch das zusätzliche Aufteilen des Bereichs über einen Stufenschalter mit Festwiderständen voraus. Bild 11 zeigt diese Möglichkeit an einem Beispiel. Hinzu kommen der Zeitbereichsschalter und möglichst auch eine programmierbare Schalteinheit, wenn alle Funktionen genutzt werden sollen. Als ein günstiger Kompromiß für das in seiner Bedienfläche bereits eingeschränkte Muster erwies sich:

- Einsatz des Zeitschalters nur zur Weckfunktion im Modus »Einschaltverzögerung«;
- »weiches« Wecken durch Ausnutzen des Zusatzes nach Abschnitt 3.1.;
- Verzögerungszeit bis zum Wecken: Festzeit-»Block« (z. B. 5 oder 6 Stunden) plus einstellbarer Bereich (z. B. 2 Stunden).

Mit dem letztgenannten Punkt kann das Gerät im üblichen Zeitraster der Arbeitswoche genutzt werden, denn 8 Stunden Schlaf dürften meist das sinnvolle Maximum darstellen. (Bei »Kinderwecker« Zeitblock vergrößern!)

In diesem Zeitraum muß ohnehin mit wenigstens 5 Minuten Weckunsicherheit gerechnet werden. Praktische Erfahrungen an der »persönlichen« Schaltung muß man selbst sammeln. Eine »Dimensionierspanne« von 2 Stunden läßt sich dann auch bei geringerem Flächenangebot noch in einer Kreisskale unterbringen, die innerhalb dieser Unsicherheit eingestellt werden kann. Somit ist der Empfänger

mit einem 1-MΩ-Potentiometer, der Starttaste für den Weckzusatz und ebender aus diesem und den folgenden Betrachtungen hervorgehenden Baugruppe nachzurüsten. Hinzu kommt ein Betriebsartenwahlschalter zwischen Direktbetrieb und Weckbetrieb. Wer schließlich einen weiteren »Simeto« o. ä. Schalter opfert, kann sogar noch (beim Überbrücken des Festzeitblocks) Kurzzeitwecken von fast 0 bis 2 Stunden realisieren.

Doch zunächst zur Zeitschaltung. Mit Bild 12 wird ein Timerschaltkreis in die Bauplansphäre eingeführt, der erstmals Anfang 1983 als Amateurtyp *P 355 D* in zunächst noch begrenzter Stückzahl in den Amateurbedarfshandel gelangt ist. Als *E 355 D* wird er industriell bereits vielfältig eingesetzt. Aus Tabelle 1 bis Tabelle 3 gehen die wichtigsten Daten des Amateurtyps *P 355 D* hervor. Der »*355*« ist ein ziemlich komplexer Schaltkreis. Im Rahmen des vorliegenden Bauplans kann dazu nicht alles erschöpfend behandelt werden. Der »Mosaikcharakter« erlaubt es, ihn vorzustellen, ohne daß abgesehen werden kann, wann die nächsten Handelsangebote verfügbar sein werden. Ein Bauplan nur über ihn wäre daher zwar reizvoll, in dieser Bereitstellungsphase aber etwas gewagt. Als länger nutzbare, umfangreiche Information erschien etwa parallel zu jener ersten Lieferung des *P 355 D* der »electronica«-Doppelband 205/206. In ihm findet man alles Wissenswerte sowohl über den *E* bzw. *P 355 D* wie über den zu ihm »passenden« Teiler *E* bzw. *P 351 D*. Bis zur jeweils fünften Datenzeile gelten Tabelle 1 und Tabelle 2 übrigens auch für ihn.

Der »*355*« hat ein recht komplexes Innenleben. Nur gut, daß man heute darüber nur noch wenig zu wissen braucht, um ihn einsetzen zu können. Legt man in die Anschlüsse TT (Triggereingang) und DC (Entladeausgang) lediglich zwei Widerstände und einen Kondensator wie in Bild 13 und schaltet 5 V Betriebsspannung an, so schwingt dieser Teil des Schaltkreises. Die entstehende Frequenz errechnet sich zu $f_o \approx \frac{1{,}443}{C(R_A + 2\,R_B)}$. Die Widerstände R_A und R_B dürfen zwischen 1 kΩ und 1 MΩ liegen, und für C können Kondensatoren von 1 nF bis 10 µF benutzt werden. Unzulässig sind nur Kombinationen, für die sich rechnerisch ein f von wesentlich mehr als etwa 100 kHz ergibt. Dann funktioniert meist zuerst die innen angeschlossene weitere Schaltung nicht mehr richtig, z. B. teilt der erste Teiler falsch. Das Wesentliche dieser Folgeschaltung ist ein ganzer »Teilersatz«. Die Oszillatorfrequenz wird zunächst auf 2^{10}:1 geteilt. Am Ausgang OA erscheint daher eine Frequenz mit der 1024fachen Periodendauer von f_o und mit dem Verhältnis 1:1 zwischen Puls und Pause. Dem folgen OB (10:1), OC (10:1) und OD (6:1). Da die Teiler intern miteinander verbunden sind, kann man sie nicht beliebig verknüpfen, sondern ist auf die schon vom Hersteller sinnvoll gewählte Reihenfolge angewiesen. Insgesamt teilt der »*355*« also um $1024 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 6$ oder 614400.

Doch der »*355*« teilt nicht nur die selbsterzeugte Frequenz extrem weit herunter, er verfügt außerdem noch über sieben mögliche Betriebsarten, die sich einfach an den drei Eingängen IA, IB, IC einstellen lassen (Tabelle 3). Während Funktion 0 nur für spezielle Zwecke (Tests) interessant ist, kommt unter anderem den Funktionen 4 und 6 große praktische Bedeutung zu. Die Kippfunktion entspricht z. B. einem nicht rücksetzbaren Monoflop: Einmal (durch L am Eingang ISt) gestartet, bleibt es bis zum Ablauf der eingestellten Zeit aktiv. Das heißt aber, daß am Ausgang ORs solange L herrscht. Man kann dort ein Relais, einen Triac oder einen Leistungstransistor aktivieren. Das Verhalten erinnert an übliche Treppenlichtautomaten, unter anderem läßt sich dafür der »*355*« auch in dieser Betriebsart einsetzen. Der »*355*« hat achtzehn Anschlüsse (Bild 14). Bisher wurde noch nicht über die folgenden Anschlüsse gesprochen: Der Ausgang $\overline{\text{ORs}}$ ist der zu ORs »inverse«. Man kann ihn nicht so stark belasten wie ORs. OS ist nur von Interesse, wenn mit einem »*351*« die Zeitbereiche erweitert werden. (Von OS aus wird der »*351*« zurückgesetzt.) CV, der Kontrollspannungsanschluß, läßt sich für Frequenzkorrekturen benutzen. Eingang IT aber ist der wichtigste der bisher ungenannten: Über ihn wird der Zeitbereich festgelegt, in dem der »*355*« gerade arbeiten soll. Und dabei muß man sich dies merken: Außer in der Funktion »astabiler Multivibrator« bleibt ORs während der gesamten Aktivzeit auf L, und diese Aktivzeit entspricht der Periodendauer der am benutzten Ausgang entstehenden Schwingung. Hat man also z. B. $f_o = 10{,}24$ kHz eingestellt und IT mit OB verbunden, so erscheint (siehe Bild 15) an OB nach Start die auf 10240:(1024 · 100) geteilte Frequenz, also 0,1 Hz mit 50 ms L und 50 ms H. ORs aber bleibt ab Start für 100 ms auf L. Erst das zweite L an OB kippt alles in den Ruhestand (alle Ausgänge auf H) zurück. Da nun die Ausgänge OA bis OD in der Aktivzeit gemäß f_o und Teilerverhältnis Rechteckimpulse liefern (alle mit L = tief beginnend), können z. B. bei mit OD verbundenem IT mit OA bis OC schmalere Schaltzeiten innerhalb des von OD und f_o gegebenen Zeitrasters realisiert werden. Das bietet unzählige Einsatzmöglichkeiten.

Übliche *RC*-Oszillatoren sind im allgemeinen nicht sehr stabil. Die Betriebsspannung U_S nimmt großen Einfluß auf die Ladezeit des Kondensators. Beim »*355*« überlistet man sie durch zwei Komparatoren, die die untere und die obere gewünschte Kondensatorspannung auswerten. Die »Wunschwerte« sind aber keine Absolutspannungen, sondern durch eine Teilerkette auf 1/3 und 2/3 der Betriebsspannung festgelegt. Erreicht U_C 2 U/3, schaltet der »obere« Komparator den Anschluß DC ein und entlädt C, bis der »untere« Komparator meldet, daß U_S/3 erreicht ist. Dann wird DC sofort gesperrt, und *C* lädt sich wieder. Je höher die Betriebsspannung, um so schneller wird *C* zwar aufgeladen, doch im gleichen Maße höher liegt dann auch die obere Schwelle 2 U_S/3. So bleibt f_o weitgehend unabhängig von U_S. Auf diese Weise können auf etwa 1 % genau – wenn *R* und *C* selbst stabil genug sind! – Zeitverzögerungen für das Ein- oder Ausschalten von Vorgängen zwischen weniger als 1 s und mehreren Tagen (!) erreicht werden.

Selbständiges Arbeiten mit dem »*355*« setzt eingehende Beschäftigung mit dem Stoff der genannten Broschüre voraus. Auch zum tieferen Verständnis der Anwendung nach Bild 12 bezüglich jeder Einzelheit ist das nützlich. Hier der Versuch einer Gesamtbeschreibung ohne diese Voraussetzung:

Der Vorzugsbereich des »*355*« liegt zwischen etwa 1 und 10 kHz. Wählt man die Werte von Kondensator, Festwiderständen und Potentiometer so, daß er sich gerade überstreichen läßt (genauer: 1,024 und 10,24 kHz), so ergibt das die Diagrammwerte für die einstellbaren Zeiten (Bild 16).

Das heißt: kontinuierlich 1:10 am Potentiometer, in Stufen 10:1, 10:1, 6:1 durch Wahl des passenden Ausgangs. Führt man also OA, OB, OC oder OD auf IT zurück und programmiert die Kippfunktion, so nimmt ORs nach Start (ISt kurz an Masse legen genügt) bis zum Ablauf der Verzögerungszeit t_V L an. Bei OD – IT entsteht in dieser Zeit an OD für 0,5 t_V L und für 0,5 t_V H (H nur mit einem »pull-up«-Widerstand von wenigstens 2,2 kΩ nach Plus). OC dagegen hat in dieser Zeit sechsmal auf L und sechsmal auf H geschaltet; beim vierten L schaltete OD auf H. Analog verhalten sich OA und OB mit je zehnmal L und H gegenüber der Periode des jeweils folgenden Ausgangs. Das läßt über die Grundanwendung hinaus die Lösung weiterer Schaltaufgaben zu.

Sofern man sich an die untere Haupteinsatzgrenze von 1,024 kHz hält, lassen sich an ORs je Start L-Zeiten von $\frac{1024}{1024}$ Hz = 1 Hz ≙ 1 s (OA – IT), 10 · 1 s = 10 s (OB – IT), 10 · 10 s = 100 s (OC – IT) oder 6 · 100 s = 600 s = 10 min (OD – IT) erreichen. Die dazu nötigen *C*-Werte stehen als Kunstfoliekondensatoren guter Langzeitstabilität zur Verfügung. Für die Widerstände wählt man Typen mit kleinem Temperaturkoeffizienten, wenn es um das letzte erreichbare Zeitprozent geht. Immerhin bedeutet diese vom Komparatorprinzip bedingte Restunsicherheit von 1 % in 24 Stunden doch bereits etwa 15 Minuten, für Langzeituhren also kaum akzeptabel.

Wird nun dieser Bereich verlassen, so erlaubt der zulässige Maximalwert von *C* (10 µF) zusammen mit den größten zulässigen Widerstandswerten (laut Tabelle 1 MΩ für R_A, R_B) eine extreme Erweiterung der Einsatzmöglichkeiten. Die sich ergebenden Zeitfehler müssen dabei akzeptiert werden. Sie bleiben noch immer weit unter denen, die früher übliche einfache Kondensator-Widerstandsbeschaltungen mit Schwellwertschaltern zuließen. Nicht zuletzt die für jene nötigen Elektrolytkondensatoren für längere Zeiträume brachten große Unsicherheiten. Nach diesen Überlegungen entstand die Beschaltung zu Bild 12. Angestrebt wurde in ihrer allgemeinen Form eine Schalteinrichtung, die Schalt- bzw. Verzögerungszeiten zwischen wenigen Minuten und z. B. 24 Stunden aktiviert. Die obere Grenze hat zwar für Rundfunkempfänger wenig Sinn, gestattet aber eine ganze Reihe anderer Anwendungen. Mit dieser oberen Grenze von 24 Stunden ergibt sich die tiefste nötige Taktfrequenz über folgende Rechnung: (24 · 60 · 60) : (600 · 1024) = 0,14 s ≙ 7,1 Hz. Mit $R_A + 2\,R_B \approx 2$ MΩ wird also $C = 1{,}443\ (7{,}1 \cdot 2 \cdot 10^6)$ ≈ 101,46 nF. Diesen Wert muß man aus mindestens zwei Kondensatoren zusammensetzen. Im Vergleich mit Oldtimer-Lösungen bezüglich der erreichbaren Verzögerungszeit ein »märchenhaft« kleiner Wert. Die gemischt analog-digitale Betriebsweise durch Teilung macht's möglich.

Bei Umschalten auf OC an IT erhält man 24:6 = 4 Stunden = 240 Minuten, von OB aus 24 Minuten und mit OA 2,4 Minuten am Potentiometer einstellbare Maximalzeit. Günstiger erscheint aber die Stufung 3 – 30 – 300 Minuten (= 5 Stunden) – 30 Stunden. Bis auf die zusätzlich mögliche 5er-Stufe für die Stundeneinteilung braucht das Potentiometer dann nur einmal mit einer 30er-Skale versehen zu werden. Es genügt, sie im Minutenbereich »3« oder »30« zu kalibrieren, was relativ schnell geht. Besitzer eines Frequenzmessers haben es dabei noch leichter: (3 · 60) s : 1024 = 0,17578 s ist die Periodendauer, die es zu erreichen gilt, also 5,6889... Hz. Allerdings wird es »hinten« nie ganz ruhig werden – schon wegen der doch leicht zappelnden Komparatoren. Gemessen wird an DC. Der Eingangswiderstand des Periodendauermessers muß aber groß gegen den eingestellten R_B sein!

Nun muß also ein *C* von 126,8 nF realisiert werden, sofern $R_A + 2\,R_B$ gerade 2 MΩ beträgt. Das wird natürlich bei R_A = 10 kΩ und einer Begrenzung von z. B. 2,2 kΩ vor dem 1-MΩ-Potentiometer nicht ganz stimmen: Potentiometertoleranz kontra Erhöhung durch R_A – beides kann sich kompensieren, aber auch summieren! Wer möglichst genau kalibrieren will, sollte folgenden Weg gehen:

Zunächst wird der Anschlagbereich von $R_{B\max}$ ermittelt und auf der Skale markiert. Der Potentiometerschleifer erreicht nämlich bereits vor dem mechanischen Anschlag den Maximalwert. Der Rest ist Kontaktierung. Danach wird der Zeitschalter in Stellung OA – IT gestartet, und man mißt entweder die Periodendauer oder, wenn ein geeigneter Zähler fehlt, an OA mit der Stoppuhr die Aktivzeit. Da OA den Strom einer Leuchtdiode bis 20 mA aufnehmen kann, läßt sich das gut beobachten. Nun wird die bis jetzt noch nicht besprochene Hilfsschaltung eingesetzt. Sie besteht aus einem Stellpotentiometer *R*1 und den Begrenzungswiderständen R_C und R_D. Mit ihr kann die Triggerschwelle verschoben werden. Zulässig ist der Bereich von 0,6 bis 0,75 U_S. Die ohne diese Kombination an CV meßbare »Kontrollspannung« liegt bei 0,66 U_S. Der Innenwiderstand dieses Punktes beträgt 3,3 kΩ. Daher darf das externe Abgleichnetzwerk nicht allzu hochohmig sein. Mit R_C = 2,2 kΩ (oberer Widerstand), R_D = 6,8 kΩ und *R*1 = 4,7 kΩ als Stellwiderstand erhält man den erforderlichen Spielraum. Minimale Störeinflüsse vor allem gegen Netzbrumm an diesem Punkt ergeben sich, wenn an CV gegen Masse ein Kondensator von etwa 47 µF gelegt wird. Das ist aber nur von Bedeutung, wenn die Betriebsspannung nicht ausreichend gesiebt ist. Aus alldem ergibt sich die Schaltung mit Leiterplatte nach Bild 12. Die Lötösen für die wahlweise Verbindung eines der Ausgänge mit dem Zeitbereichseingang IT über einen Schalter gestatten auch feste Verdrahtung für »Einzweck«-Einsatz. Auch das zur stufenlosen Zeiteinstellung benutzte lineare 1-MΩ-Potentiometer befindet sich außerhalb. Bei seinem Einsatz muß man bedenken, daß besonders bei langen Zeiten die Treffsicherheit eines Potentiometers begrenzt ist. Für (im Rahmen der »1-%-Spanne« – siehe vorn!) genauere längere Zeitspannen empfehlen sich über Schalter wählbare Festwerte, siehe die Bemerkungen am Anfang dieses Abschnitts. Ausgangsseitig bietet der Zeitschalter zunächst nur den für die Aktivzeit auf L liegenden Ausgang ORs mit 50 mA Belastbarkeit an. Die Leiterplatte erweitert dieses »Angebot« um einen Transistor mit einer speziell auf den Empfänger hin entworfenen Auskopplung. Sie bezieht sich auf das »weiche« Einschalten am Ende der eingestellten Verzögerungszeit (siehe Bild 10). Die Leiterplatte und diese Auskopplung berücksichtigen durch die auf etwa 5 V verringerte Betriebsspannung die eingeschränkten Daten des *P 355 D* bezüglich Spannungsbelastbarkeit. Dazu wurde eine einfache Serienstabilisierung mit einer »transistorgestützten« Z-Diode benutzt. Der Auskoppeltransistor verhindert – sofern die Empfängersteuerung auf »Zeitbetrieb« geschaltet ist –, daß sich der Kondensator der Optokopplerschaltung aufladen kann, solange (im Ruhestand) ORs auf H liegt. Erst nach Ablauf der eingestellten Verzögerungszeit (z. B. 7 Stunden) geht ORs auf L, und der Transistor wird gesperrt. Er gibt damit das langsame Aufladen des Kondensators frei. Mit einer Einlaufzeit von etwa 2 Minuten schaltet der Optokoppler den NF-Kanal »weich«, d. h. mit zunächst von Null an wachsender Lautstärke, ein und hält ihn so lange, bis der in der programmierten Funktion ständig auf L liegende Startschalter geöffnet wird (ISt erhält dann H). Dann hört auch das ständige Nachladen von *C* auf. Nun beginnt die Abklingphase: Das Gerät wird in dem von der Optokopplersteuerung bestimmten Tempo leiser und verstummt schließlich. Diese Funktion ist in Abschnitt 3.1. ausreichend beschrieben worden. Da für das Einschlafen meist schon die einfache Schaltung nach Abschnitt 3.1. genügt, wurde der Zeitschalter im Muster tatsächlich im geschilderten Sinne – wenn auch nicht minutengenau – als 6- bis 8-Stunden-Verzögerungsschaltung mit »weichem« Weckverhalten eingesetzt. Bild 17 zeigt die dazu benutzte Gesamtverknüpfung im Empfänger. Über den mit dem Lautstärkepotentiometer verbundenen Schalter werden Gerät und Zeitschalter gemeinsam an Betriebsspannung gelegt. Der Simeto-Schalter Hand/Automatik wählt zwischen »Direktbetrieb« (Ein/Aus von Hand) und den von der (doppelten) Automatik gesteuerten Betriebsarten. Am Zeitpotentiometer wird die Differenz zwischen Weckuhrzeit und aktueller Uhrzeit gewählt, also praktisch beim Schlafengehen. Beispiel: 6 Uhr wecken, gegenwärtige Uhrzeit 23 Uhr, damit 6 h + 1 h (Festzeit 6 h, Potentiometer auf 1 h) einstellen, S4 einschalten. Nun blinkt die an OA angeschlossene Leuchtdiode (erstmals ab Start) jeweils für etwa 21 s mit je 21 s Pause wegen (7 · 3600) : (2 · 600), wobei die erste Klammer die eingestellte Zeit in Sekunden und die zweite den Teilerfaktor zwischen OA und OD berücksichtigt. Die Zwei ergibt sich aus dem Impulsverhältnis. Will man nun zum Einschlafen noch etwas Musik hören, so drückt man, als gäbe es den neuen Zusatz nicht, wie bisher die »Schlummertaste« und lädt damit den »Einschlafkondensator« für etwa 10 Minuten Betrieb mit »weicher« Abschaltung. Das »weiche« Wecken am nächsten Morgen kommt bestimmt – wenn es keinen Netzausfall gegeben hat. Ganz Vorsichtige rüsten

daher das Gerät im einfachsten Falle mit einer 9-V-Pufferbatterie (Bild 18) aus, die man spätestens halbjährlich wechseln sollte. Vorheriges Überprüfen ist sinnvoll. Sie spendet nur Strom, wenn das Netz versagt, und schafft das immer bis zum Morgen.

Anschließend noch zum »Wochenendbetrieb«: Weckschalter S4 einfach »vergessen« und allenfalls über Schlummertaste S2 Einschlafhilfe anwählen! Die vielen anderen Einsatzmöglichkeiten des Timermoduls nach Bild 12 gehen aus der Funktionsübersicht von Bild 19 hervor.

4. Ruhestromfreier Kurzzeitwecker mit Ende-Signal

Eine der in der bereits genannten Broschüre vorgestellten Schaltungen mit dem »*355*« hat besonderes Interesse gefunden. Es schien daher sinnvoll, die Leiterplatte dieses kleinen Geräts mit auf ätzfeste *typofix*-Folie zu übertragen, jedoch nicht in ihrer ursprünglichen Form. Die Schaltung wurde nämlich später – in der Broschüre nur im Text angedeutet – in ihrer Wirkung erheblich verbessert. Mit Erscheinen der serienmäßigen Amateur-R-Typen fand sie eine weitere Veränderung, die gewissen exemplarabhängigen Effekten dieser etwas »unkonventionellen« Anwendung entgegenwirkt. All das ist im neuen Leiterbild zur Schaltung nach Bild 20a enthalten (Bild 20b) und wurde auch im Bestückungsplan berücksichtigt (Bild 20c). Funktionsverbessernd kam die bereits erläuterte Frequenzeinstellmöglichkeit hinzu. Vor allem aber wurde Ausgang ORs nicht mehr mit ISt und der Einschaltautomatik verknüpft, da sonst (in der Ursprungsschaltung) manche der im Januar 83 in den Handel gelangten »P«-Exemplare des »*355*« nicht immer einwandfrei abschalten. (ORs nahm nach kurzem H mit sinkender Betriebsspannung wieder L an, so daß weiter Strom floß. Da meist jedoch OA bis OD ordnungsgemäß H behielten, entstand ein von der Potentiometerstellung abhängiger Dauerton.)

Zunächst die Erläuterung der verbesserten Grundschaltung.

4.1. Schaltung und Funktion

Das Gerät enthält zwei Hauptteile – den eigentlichen Timer, programmiert in der Funktion Kippschaltung (also einmaliger Ablauf nach Start), und die Ausschaltautomatik, die das Gerät selbsttätig nach einigen Sekunden Ende-Signal vollständig von der Batterie trennt. Mit einer für Neuentwicklungen nicht mehr zugelassenen Flachbatterie (bereits etwas unterhalb der »offiziellen« Betriebsspannungsgrenze) und bei täglicher Nutzung als Toastsignalisator wurde beim Mustergerät auf diese Weise eine Batterielebensdauer von 5 Monaten erreicht. Das Gerät wurde unter Ausnutzen der Ausgänge OB und OC für die beiden Bereiche 6 Minuten und 60 Minuten ausgelegt. Man kann die Leiterplatte jedoch auch für längere Abläufe benutzen, wenn man den Taktkondensator vergrößert. Durch einen kleinen Trick konnte der Oszillator – unabhängig von der bei langen Zeiten relativ niedrigen Taktfrequenz – für die Erzeugung eines gut hörbaren Ende-Tons genutzt werden. Dazu genügt meist eine Hörkapsel zwischen 54 und 400 Ω, doch auch ein Kleinlautsprecher mit etwa 100 Ω Strombegrenzungswiderstand ist gut brauchbar. Die Schaltkreisperipherie besteht damit hauptsächlich aus einem Transistor, der die Signaltonenergie für diesen Schallwandler bereitstellt, und aus einem weiteren Transistor als Kern der Batterieautomatik. Schaltungen dieser Art sind im vorliegenden Strombereich leicht mit einem 0,5-A-Transistor und mit einem *RC*-Glied zu realisieren, dessen zeitbestimmender Kondensator bei 100 µF Nennkapazität einige Signaltonsekunden sicherstellt. Für die Aktivzeit des Timers wird der Batteriekreis mit einer Selbsthalteschaltung eingeschaltet gehalten, in die der Schaltkreis einbezogen ist. Als einziger zusätzlicher Verbraucher wird (bei Bedarf) eine Leuchtdiode angeschlossen. Bei Einsatz einer *VQA 15*, versenkt montiert, genügen aber schon 2 bis 3 mA für die Information, daß der Wecker gerade aktiv ist. Komfortablere Auslegungen können mit einem Indikatorteil ausgerüstet werden, der z. B. die gewählte Zeitspanne in zehn Stufen quantelt und den Ablauf über einen längs zehn Leuchtdioden wandernden Leuchtpunkt anzeigt. Wird dazu ein (leider dem Amateur noch selten zugänglicher) CMOS-Zähler vom Typ *4017* benutzt, ändert sich der Gesamtstrombedarf gegenüber der einfacheren Variante kaum. Allerdings sind zehn Miniplasttransistoren nötig, um bei dieser Betriebsspannung noch zu einem für die Leuchtdioden annehmbaren Mindeststrom zu kommen. In diesem Bauplan wurde auf die Beschreibung dieses vom *P 355 D* mitgesteuerten Zusatzes verzichtet. In der Grundausführung liefert der zeitbestimmende Drehwiderstand mit seinem Zeiger und der Skale die Information über die Zeitspanne zwischen Start und Signalton, während die einzige Leuchtdiode den Aktivzustand anzeigt.

Gemäß Bild 20 wird der »*355*« im Modus »Kippfunktion« betrieben. Dazu liegen die Programmiereingänge IA und IB auf L, während IC unbeschaltet bleibt. Das entspricht H. Nach dem Start geht damit der Ausgang ORs auf L und nimmt nach Ablauf der am Oszillatorteil des »*355*« eingestellten Verzögerungszeit wieder H an. An den Ausgängen OA bis OD erscheinen die entsprechend geteilten Frequenzen der Oszillatorschwingung: an OA um 1024:1 geteilt und an OB, OC, OD jeweils nochmals um 10:1, 10:1, 6:1. Alle Ausgänge beginnen ebenfalls mit L. Durch Verbinden des gewünschten Ausgangs mit dem Takteingang IT läßt sich die geforderte Zeitstufe wählen. Will man z. B. die eingestellte Zeitspanne verzehnfachen, muß man zwischen OB und OC umschalten. Das wird im vorliegenden Falle genutzt. Man beachte: Der angewählte Ausgang nimmt zwar nach $t/2$ bereits wieder H an (alle Ausgänge gehen beim Start auf L), doch z. B. ORs schaltet erst, wenn dieser Ausgang wieder auf L geht. OD bleibt die gesamte Zeit über auf L, ebenso ORs. Beide sind damit geeignet, den Tontransistor bis zum gewünschten Signalzeitpunkt zu sperren. Vor der Basis des Tontransistors liegt aus diesem Grunde eine weitere Diode als Potentialausgleich. Geht am Ende der Signalzeit OD auf H, kommt die vom Basis-»Sammelpunkt« nach Anschluß DC führende Diode zur Wirkung. Jetzt gibt die Oszillatorfrequenz den Tontransistor mit einer hörbaren Pulsfolge periodisch frei.

4.2. Takt-Ton-Umschaltung

Es würde den Zeitspielraum der Schaltung erheblich einschränken, müßte man im Interesse der soeben beschriebenen Nutzung der Oszillatorfrequenz als Tonsignal mit ihr im Hörbereich bleiben. Aus diesem Grunde wird die Schaltung mit einem wesentlich langsameren Zeittakt betrieben. Er kommt zustande, weil ab Start OD auf L liegt. Über OD aber (und nicht direkt) ist erst der im Wert entsprechend große Taktkondensator mit Masse verbunden. Er kann nur wirken, solange der »Kippvorgang« läuft. H an OD am Ende der eingestellten Zeit heißt (weil dann sowohl ORs wie OA bis OD wieder auf H gehen) – von extrem ungünstigen Verhältnissen infolge größeren Leckstroms der Ausgänge abgesehen –, daß der Taktkondensator an H liegt und damit die Oszillatorfrequenz praktisch nicht mehr mitbestimmt. In der Ursprungsschaltung kam nun allein ein wesentlich kleinerer Tonkondensator zur Wirkung, der von TT her direkt an Masse lag.

Diese Lösung befriedigte aber nur, solange es um einen relativ engen Zeitbereich ging, etwa im Falle eines nur zwischen z. B. 30 s und 2 min benötigten Timers. Der volle Bereich des Drehwiderstands läßt aber Zeiten zwischen weniger als 20 s und etwa 6 min zu bzw. in Stellung »x10« rund 3 min bis 60 min. Zwangsläufig verändert sich im gleichen Verhältnis gegenläufig die Signaltonfrequenz, also maximal um den Faktor 20! 200 Hz und 4 kHz sind mögliche Eckfrequenzen. Je tiefer der Ton, um so schlechter strahlt ihn jedoch die kleine Kapsel ab. Die Maßnahme nach Bild 17 hilft, wenn es sich um serienübliche kleine Eingangsströme handelt. Zwischen dem Verbindungspunkt von Potentiometer und Vorwiderstand und dem sonst unbenutzten Ausgang $\overline{\text{ORs}}$ liegt ein Kondensator von 100 bis 220 nF. Damit ändert sich die Tonhöhe abhängig von der eingestellten Zeit nur noch wenig. Man kann sie also mit diesem Kondensator z. B. in den Bereich von 1 kHz legen. Die Wirkung dieser Maßnahme erklärt sich aus dem Mechanismus des »Komparator-Oszillators« im »*355*«: Der Taktkondensator C_T wird auf übliche Weise über den Begrenzungswiderstand (hier etwa 3,9 kΩ) und den Stellwiderstand von der Betriebsspannung her aufgeladen. Erreicht seine Spannung ungefähr 2/3 der Betriebsspannung U_S, so spricht die Komparatorkombination mit ihrer oberen Triggerschwelle an. Sie befindet sich im Schaltkreis hinter dem Anschluß TT. Dadurch wird der bisher gesperrte Entladetransistor eingeschaltet, dessen Kollektor am Anschluß DC liegt. Der Kondensator muß sich auch wieder über beide Widerstände entladen. Bei etwa $U_S/3$ sperrt DC, und für C_T beginnt ein neuer Ladevorgang. Der Signaltonkondensator C_S dagegen findet nur den Vorwiderstand als zeitbestimmenden Lade- und Entladewiderstand vor. Daraus erklärt sich auch sein trotz der gewünschten, gegenüber dem Takt wesentlich höheren Frequenz größerer Wert, verglichen mit C_T. Seine absolute Größe ist unkritisch. Er kann daher ein platzsparender Keramiktyp sein. Die Taktfrequenz beeinflußt er nicht, denn während des Zeitablaufs liegt er am solange gesperrten open-collector-Ausgang $\overline{\text{ORs}}$, und C_T befindet sich an ORs in der Zeit des Signaltons auf H. Infolge des relativ »weichen« Verlaufs ihrer Durchlaßkennlinie gewährleistet die Leuchtdiode an ORs dabei eine Spannung, die im allgemeinen über dem für die Beeinflussung von TT durch C_T kritischen Wert von 2 $U_B/3$ bleibt. Der Sperrstrom der Leuchtdiode und der Eingangsstrom von TT im realen Betrieb bewirken, daß sich – am Muster beobachtet – die Tonhöhe zwischen Kleinst- und Größtwert des Stellwiderstands (nur) um etwa 1 Oktave ändert. Bild 20e zeigt die Pegelverhältnisse der wichtigsten Schaltungspunkte.

4.3. Batterieautomatik

Im Pluszweig der Stromversorgung liegt ein pnp-Transistor. Vor seiner Basis-Emitter-Strecke sorgt ein Zeitglied aus 100 µF und 22 kΩ dafür, daß nach Abschalten des Selbsthaltekreises mit dem OD-Ausgang noch für einige Sekunden Strom fließt. Das ist die Signalzeit der Schaltung. Um »schleichendes« Sperren zeitlich zu begrenzen, wurde parallel zur Basis-Emitter-Strecke ein Widerstand von 100 kΩ angeordnet. Er sorgt in kurzer Zeit dafür, daß sich der Kondensator nach Verstummen des Signaltons vollständig entlädt. Die Stromaufnahme geht dadurch praktisch auf Null zurück.

Beim Start wird dieser Kondensator über Taste und Begrenzungswiderstand rasch aufgeladen, und die Schaltung erhält über den dadurch leitend gewordenen Transistor Betriebsspannung. Nach Loslassen der Taste übernimmt OD das Selbsthalten des Batteriekreises. Beim selbststartenden »*355*« im Falle ISt = L (ebenfalls von der Taste gegeben) hat OD mit dem Einschalten der Betriebsspannung auf L geschaltet. An OD liegt der Starteingang ISt. Er folgt also dem Pegel von OD, d. h., am Ende der eingestellten Zeit geht er ebenfalls auf H. Dadurch wird verhindert, daß sich dem gewollten einmaligen Zeitablauf durch ungewollten Selbststart ein neuer anschließt. Gegen diesen Effekt hat sich zusätzlich die neu vor dem Starteingang hinzugekommene Diode bei kleinen Betriebstemperaturen als nützlich erwiesen.

4.4. Verhalten nicht selbststartender Exemplare

Sollte man zufällig noch an ein älteres, nicht automatisch selbststartendes Exemplar des »*355*« geraten sein (was relativ unwahrscheinlich ist), so führt einmaliges Betätigen der Starttaste nur zum Einschalten des Batteriekreises, und der Signalton wird hörbar. OD bleibt jedoch auf H, und das Gerät schaltet sich bald wieder ab. Es genügt aber, dem ersten Tastendruck einen zweiten folgen zu lassen, damit die Schaltung nun wie mit einem modernen »Selbststarter« weiter funktioniert. Die zweite Betätigung wird überflüssig, wenn die Starttaste ein Mikrotaster mit Arbeits- und Ruhekontakt ist. Den Ruhekontakt legt man an ISt, die Verbindung von ISt mit OD dagegen wird aufgetrennt. Das Gerät startet dann bei Loslassen der Taste, nachdem sich bei Tastendruck der Basiskondensator des Zeitglieds aufgeladen und die Betriebsspannung an den Schaltkreis gelegt hat.

Wollte man nun jedoch einen modernen selbststartenden »*355*« auf diese Weise betreiben, so würde sich dem ersten, von Hand ausgelösten Ablauf automatisch der nächste anschließen, solange nämlich ISt auf Masse liegt. Das genügt für die Selbststartschaltung. Der durch das automatische Setzen bei Einschalten der Betriebsspannung bzw. bei Ende eines Zeitablaufs auf H schaltende Ausgang OD dagegen verhindert in der Ursprungsschaltung dieses unerwünschte Neustarten. Selbststarter werten aber die von der Starttaste zusätzlich für ISt gegebene L-Information als Startimpuls. OD wird von der Taste während des Betätigens kurzgeschlossen, eine für open-collector-Ausgänge zulässige Maßnahme.

4.5. Aufbau

Wie die Ansichten in Bild 21 zeigen, gestaltet sich der Aufbau des Weckers recht einfach, wenn wieder ein – gegenüber dem Empfänger nur halb so großer – Transportkasten benutzt wird. Die Leiterplatte muß allerdings in diesem Falle beidseits um je etwa 1,5 mm gekürzt werden. Statt 80 mm darf sie nur noch höchstens 77 mm lang sein. Anderenfalls wird es zu eng. Das Leiterbild berücksichtigt bereits diese Variante: Im zu entfernenden Bereich liegen keine Lötstellen. Die Ecklöcher für die Befestigung können etwas nach innen gerückt werden. Durch sie steckt man vier steife 1-mm-Drähte von etwa 33 mm Länge, die unten auf 5 mm abgewinkelt werden. Die Frontplatte besteht wiederum aus einseitig kupferkaschiertem Isolierstoff, Kupferseite innen. Diese Metallfläche wird auch diesmal zur Montage genutzt. Man richtet die vier Stützdrähte so aus, daß die Randzone des Behälters berücksichtigt wird, und lötet sie an. Beim Ausrichten ist auch auf die richtige Lage zum Tasterknopf zu achten. Der Mikrotaster für den Start ist das bezüglich Beschaffung unsicherste Teil. Nicht etwa, weil es ihn nicht gibt, sondern es gibt zu viele Bauformen. Wenigstens zwei davon eignen sich gut für die Montage auf der Leiterplatte nach Bild 12, das einen davon zeigt. Für den Betätigungsknopf gibt es viele Möglichkeiten. Im Mustergerät wurde eine kleine Führungsbuchse eingelötet, und als Knopf wirkt eine M3-Schraube. Ein etwa 3 mm langes Stück Silikongummischlauch übernahm außen zwischen Schraubenkopf und Frontplatte die Federfunktion; innen wurde der Hub mit einer Mutter begrenzt. Die Schraube zielt genau auf den Betätigungspunkt des Mikrotasters. Die optimale Höhe läßt sich durch Verschieben der Platte an den vier Haltedrähten einstellen. Allzuviel Spielraum bleibt nicht, solange noch die für die Versuche benutzte Flachbatterie im Gehäuse liegt. Die empfohlenen *R6*-Elemente lassen mehr Platz, so daß dann die Schraubenlänge (im Muster 10 mm) nicht mehr so kritisch ist. Allzu lang sollte man sie aber nicht wählen.

Es gibt noch einen zweiten Grund, weshalb die Leiterplatte, von der Bestückungsseite aus gemessen, etwa 23 mm von der Montageplatte entfernt bleiben muß. Neben den Bohrungen für das Potentiometer (10 mm) und für den Taster (etwa 3 mm) bringt man noch eine Reihe von Schallöffnungen für den Schallwandler an. Im Muster war das ein 65-mm-Kleinlautsprecher (Vorwiderstand noch leiterseitig!), mit angelöteten Drahtklammern an der Frontplatte gehalten, aber auch eine Telefonhörkapsel reicht. Zwei weitere Durchbrüche sind für den Simeto-Umschalter (ebenfalls einfach innen anlöten) und für die Anzeigeleuchtdiode nötig. Sie wurde in das Vorderteil eines LED-Montageelements gesteckt, und dieses Plastteil wurde mit einer ebenfalls an die Frontplatte gelöteten Drahtschleife gehalten.

Die Frontplatte kann ohne weitere Maßnahmen fest in den Behälterrahmen eingepaßt werden. Bei Bedarf schraubt man sie z. B. mit Winkeln oder Bolzen fest.

Die Frontplatte kann mit *typofix* beschriftet werden. Das Skalenblatt muß der Potentiometerkennlinie angepaßt werden, um die Abweichungen klein zu halten. Man bedenke: So »linear« sind auch lineare Potentiometer nicht – siehe Fotos!

4.6. Eichen

Es gibt indirekte und direkte Eichmöglichkeiten für die Skale. Wichtig und von großem Vorteil ist, daß die Teilerfaktoren »digital starr« sind – es genügt also ein einziger Bereich zum Festlegen der Skalenpunkte. Allerdings sind die Teilungen zwischen den Ziffernmarken beim 6-Minuten-Bereich dann fünf Striche zu je 10 Sekunden, beim 60-Minuten-Bereich aber neun Striche zu je 1 Minute. So hat Bereich 1 Zwischenteilungen im 6er-, Bereich 2 aber im 10er-Sprung. Beim Muster wurde auf die zweite (zusätzliche) Teilung verzichtet – jeder Strich markiert dann 1,67 Minuten. Es gelingen aber recht gut Einstellungen im Sprung 2,5 – 5 – 7,5 – 10 Minuten, und das dürfte bei 60 Minuten Gesamtbereich genügen. Die Skale beginnt nicht bei 0, sondern bei einer endlichen Mindestzeit. Das ergibt sich aus dem funktionsnötigen Vorwiderstand zum Potentiometer (siehe Beschreibung der Schaltung) von etwa 3,9 kΩ als R_{Bmin} und aus den R_A von 10 kΩ. So bleibt mit 2 · 3,9 kΩ + 10 kΩ ein Restwert gegen rund 2 MΩ Maximalrechenwert. Das heißt, die kleinste Anfangszeit liegt bei knapp 1 % (18 kΩ : 2 MΩ) der Endzeit. 0,6 Minuten sind das beim 60-Minuten-Bereich, also 36 Sekunden, und 3,6 Sekunden beim 6-Minuten-Bereich. Man muß das wissen, aber es stört kaum einmal. Wer das Potentiometer mit einem digitalen Ohmmeter in Zeitstufen eicht, denke aber an diese geringfügige Werteverschiebung im Anfangsbereich. Der Schaltkreis bietet aber auch jedem weniger gut mit Meßmitteln ausgerüsteten Amateur ein rationelles Verfahren für Abgleich und Eichen. Dazu wird Ausgang OA einbezogen.

Zunächst muß ja bei R_{max} die richtige Taktfrequenz (Bauelemente-Toleranzausgleich!) eingestellt werden. Noch davor muß man an seinem Potentiometer (und das wenigstens mit einem Ohmmeter) durch Messung zwischen Schleifer und jeweiligem Anschlag die »tote Zone« am Anfang und am Ende feststellen. Solange sich der Schleifer auf der Kontaktierung befindet, liegt R bei einem 1-MΩ-Potentiometer im Bereich von wenigen Ohm. Sobald man auf die Widerstandsbahn gelangt, springt *R* auf knapp 1 kΩ. Erst ab hier kann einigermaßen lineares Verhalten von R in Abhängigkeit vom Drehwinkel erwartet werden! Bei R_{max} wird nun IT mit OA verbunden und mit einer Stoppuhr festgestellt, ob nach 0,6 Minuten (36 Sekunden) der Ende-Ton erklingt. Anderenfalls korrigiert man durch die Bohrung in der Leiterplatte am CV-Stellpotentiometer etwas in der erforderlichen Richtung und stoppt neu. Je nach individueller Reaktionszeit kann man, sobald der Endwert stimmt, z. B. in 3-s-Sprüngen nach kleineren Teilzeiten zu relativ schnell die Skale eichen. Dazu Zeigerknopf zum »geschätzten« Punkt drehen, starten und Zeit stoppen, bei Abweichung gegenläufig korrigieren und neu messen. Je größer und treffsicherer der Zeigerknopf, um so genauer wird die Reproduzierbarkeit. (Man kann auch an einem kleineren Knopf einen starren Drahtzeiger anbringen, z. B. 1-mm-Stahldraht in eine Bohrung des Knopfes stecken.)

Danach wird der Bereichsschalter mit OB und OC belegt, und IT wird an den Umschaltanschluß gelegt. Im Bereich 6 Minuten läßt sich dann im ersten Drittel das restliche Kalibrieren problemlos erledigen.

5. *typofix*-Folie zum Bauplan

Das *typofix-electronic-special*-Blatt enthält alle in diesem Bauplan beschriebenen Leiterplatten, also Superbaustein, NF-Verstärker, Gleichrichterteil, Optokoppler-Zeitbaustein, Kurzzeitwecker und Universaltimer. Der Letztgenannte wurde auf Grund seiner vielseitigen Verwendbarkeit zweimal aufgenommen. Einige Buchstabenkombinationen und Zifferngruppen sollen bei der Gehäusegestaltung helfen, z. B. beim Beschriften der Skalen. Auf die Wiedergabe kompletter Skalen wurde dagegen verzichtet. Die möglichen einsetzbaren Drehkondensatoren weichen zu stark voneinander ab, und die Potentiometermessungen haben gezeigt, daß eine starre Skalenvorgabe nur zu unnötigen Ungenauigkeiten der Einstellung führen würde.

Tabelle 3 Kennwerte des *P 355 D*

Kenngröße	Kurzzeichen	Einheit	typ. Wert[1]	Größtwert	Bedingungen
L-Eingangsstrom IA, IB, IC, IT, ISt	I_{IL}	µA	20	150	$U_S = 5{,}25$ V, $U_{IL} = 0{,}4$ V
H-Eingangsstrom IA, IB, IC, IT, ISt	I_{IH}	µA	0,1	10	$U_S = 5{,}25$ V, $U_{IH} = 2{,}4$ V
Ausgangssperrstrom	I_{OH}	µA	–	250	$U_S = 4{,}75$ V, $U_{OH} = 5{,}25$ V
Stromaufnahmefähigkeit ORs		mA	–	50	–
Stromaufnahmefähigkeit OA		mA	–	20	–
L-Ausgangsspannung	U_{OL}	V	0,15	0,4	$U_S = 4{,}75$ V, $I_{OH} = 4$ mA
H-Entladestrom	I_{DCH}	µA	–	5	$U_S = U_{DCH} = 5{,}25$ V
Stromaufnahme	I_{SSL}	mA	15	25	$U_S = 5{,}25$ V, alle Ausgänge L außer OS und ORs
Reproduzierbarkeit der Frequenz	$\frac{\Delta f_{OA}}{f_{OA}}$	%	+ 2[2]	+ 10	$\vartheta_a = 25$ °C, $R_A = R_B = 1$ kΩ, $C = 0{,}1$ µF
Verzögerungszeit ISt → OD	$t_{DISt\ddot{O}D}$	µs	30	–	–

[1] gilt für $U_S = 5$ V, $\vartheta_a = 25$ °C
[2] Kleinstwert: −10 %

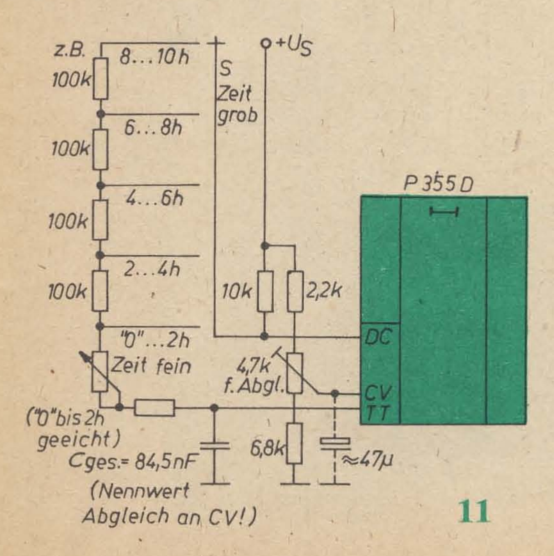
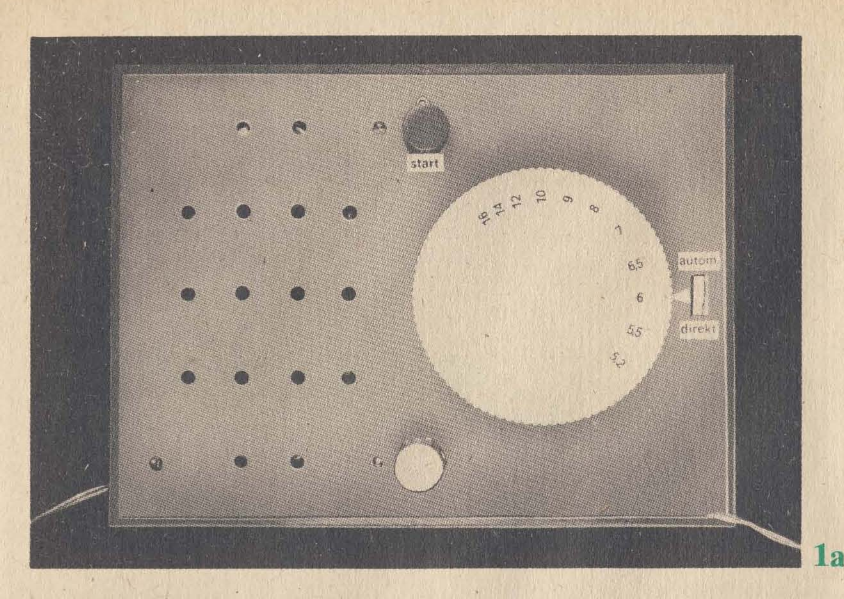
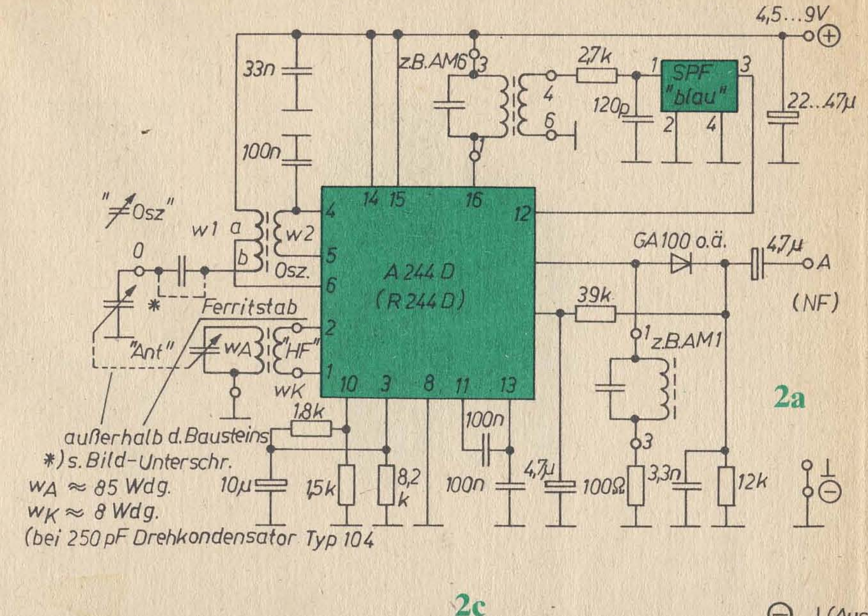


Bild 11
Aufteilen von R_B bringt bessere Treffsicherheit der Zeiteinstellung bei längeren Zeiten

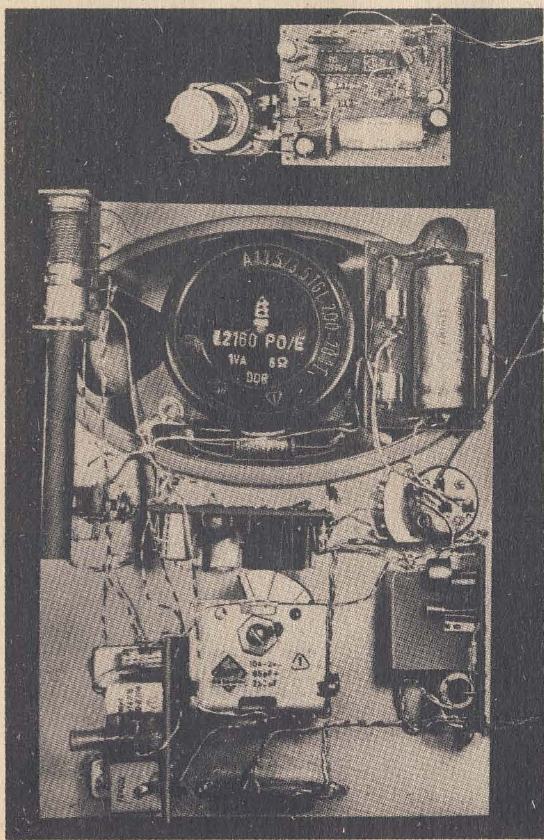


1a

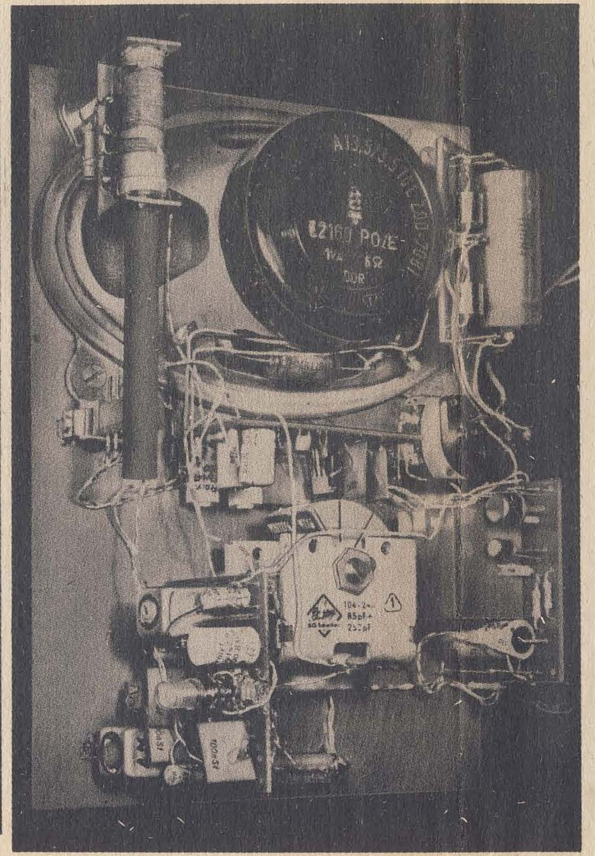
Bild 1
Ansichten und Konstruktionsdetails eines von einem externen Klingeltransformator betriebenen Kleinempfängers, der bereits eine »Schlummerautomatik« enthält. Diese Bilder sind nur als Anregung zu betrachten. Gehäuse: Transportkasten 178 mm × 132 mm × 55 mm vom VEB *Elrado*, noch nicht verkleidet; Frontplatte aus einseitig kupferkaschiertem Isolierstoff, gleichzeitig als Montageplatte benutzt. Die Leitung rechts unten in den Frontansichten führt zum vorerst provisorisch extern angeschlossenen Weckmodul, siehe auch Bild 12



2a

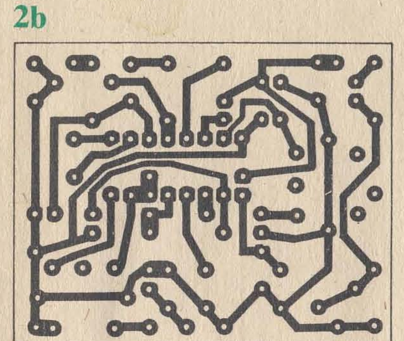


1b



1c

2b

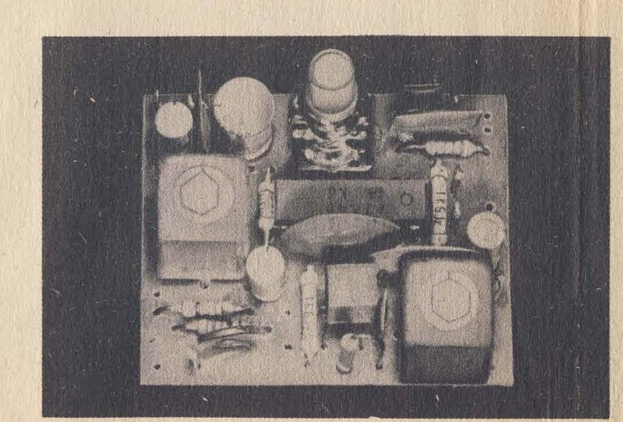


2c

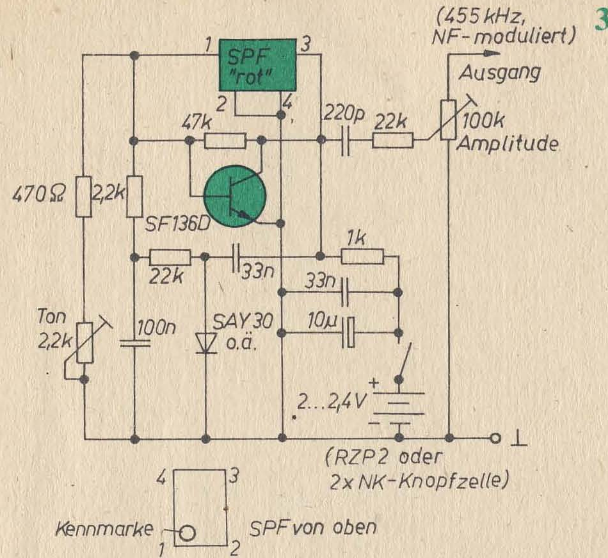
⊖ ⊥(Ausg.)
AM 6, 2,7k, Fi, 1,5k, 3,3n, 12k, 100p blau, 39k, 100n, 100n, 4,7µ, 10µ, 1,8k, 100Ω, AM 1, Koppelw., "HF", A 244 D, (Eing.-kreis), 8,2k, GA 100, 22...47µ, 47µ, 100n, 3,3n, 0, A
Osz. Osz. ⊕Ausg.(NF)

*) Brücke bzw C (s. Bi-Unterschr.!)

Bild 2
Empfängerbaustein für Mittelwellenempfang mit *A* bzw. *R 244 D*: a – Stromlaufplan, b – Leiterbild, c – Bestückungsplan, d – Musteransicht
Der Kondensator am Oszillatoreingang ist nur bei Drehkondensatoren mit gleichen Teilkapazitäten einzusetzen (Wert je nach Drehkondensator). Bei speziellen Mittelwellen-Drehkondensatoren Brücke einlöten! Im Geräteverband nach Bild 1 gegen Selbsterregungserscheinungen bei Bedarf 47 nF von Ausgang NF nach Masse oder Plus des Bausteins legen

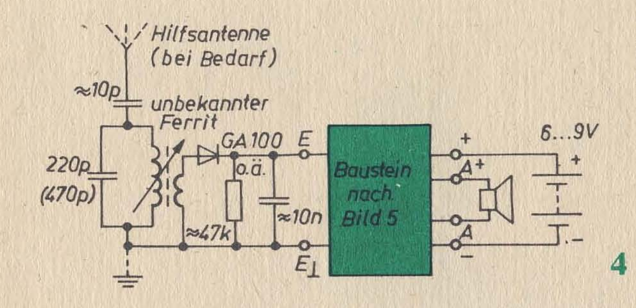


2d



3

Bild 3
Abgleichhilfe: ZF-Prüfgenerator, tonmoduliert

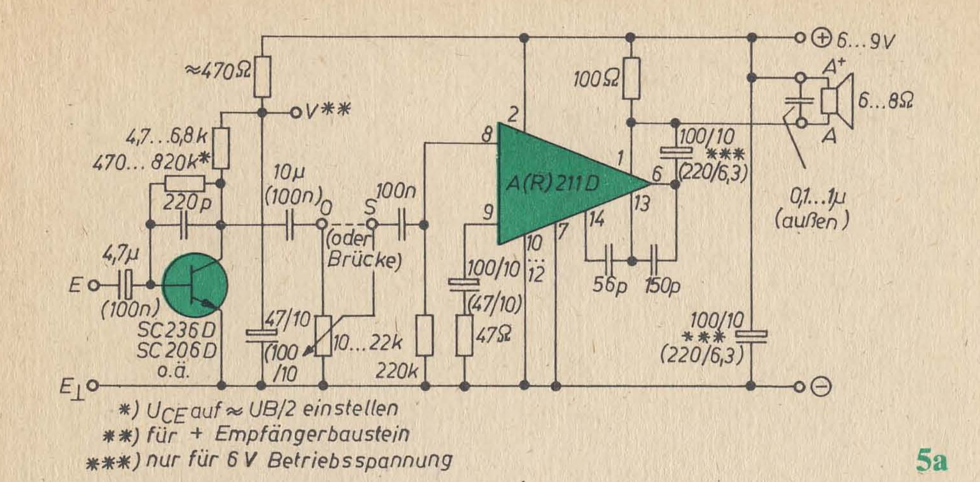


4

Bild 4
Einsatz des im Bauplan benutzten NF-Verstärkers nach Bild 5 zur Kernfaktorbestimmung

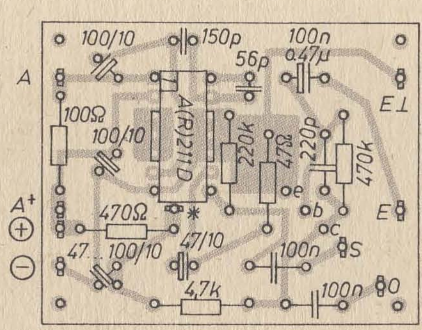
Tabelle 1 Betriebsbedingungen des ***P 355 D***

Kenngröße	Kurz-zeichen	Einheit	Kleinstwert	Nennwert	Größtwert
Betriebsspannung	U_S	V	4,75	5,00	5,25
Umgebungstemperatur	ϑ_a	°C	15	25	40
obere Grenzfrequenz	f	kHz	–	–	105
Eingangsspannung	U_{IL}	V	0	–	0,8
(IA, IB, IC, IT, ISt)	U_{IH}	V	2,4	–	5,25
frequenzbestimmender Kondensator	C_f	µF	0,001	–	10
frequenzbestimmender Widerstand	R_A, R_B	kΩ	1	–	1000
Kondensator zur Prellunterdrückung	C_{CB}	nF	0,03	20	100
Anstiegsgeschwindigkeit der Betriebs-spannung	$\frac{U_S}{t}$	$\frac{V}{\mu s}$	–	–	0,05
Setzimpulsdauer an CV	t_{pCV}	µs	200	–	–

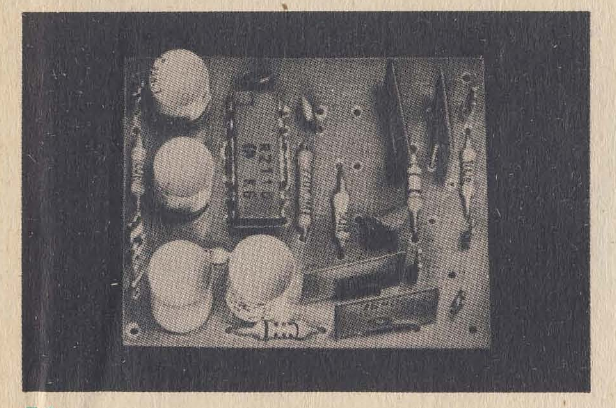


5a

5b

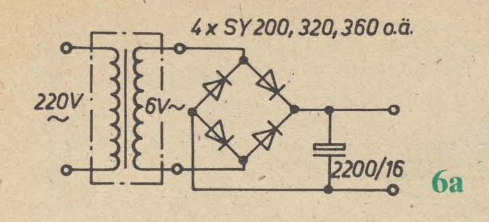


5c



5d

Bild 5
NF-Verstärkerbaustein mit *A* bzw. *R 211 D* für den Empfänger: a – Stromlaufplan, b – Leiterbild, c – Bestückungsplan, d – Muster; verbindlich ist Bild 5c



6a

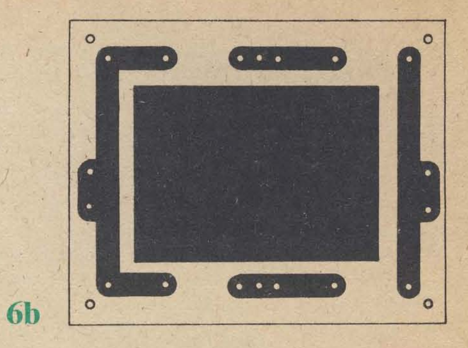
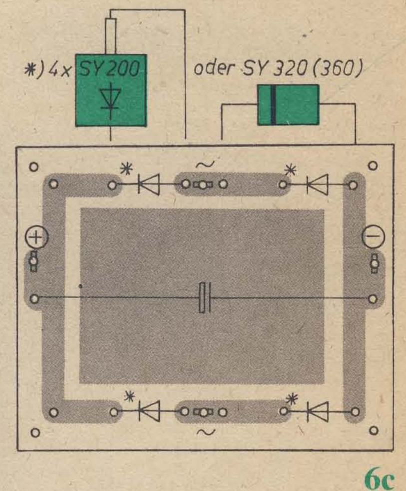

6b

Bild 6
Bereits mehrfach in Bauplänen benutzte Gleichrichter- und Lade-*C*-Einheit zum Betrieb aus Klingeltransformator: a – Stromlaufplan (Vorlast bei Bedarf außen anschließen, damit $U_{leer} < U_{Czul}$), b – Leiterbild, c – Bestückungsplan, d – Muster



6c

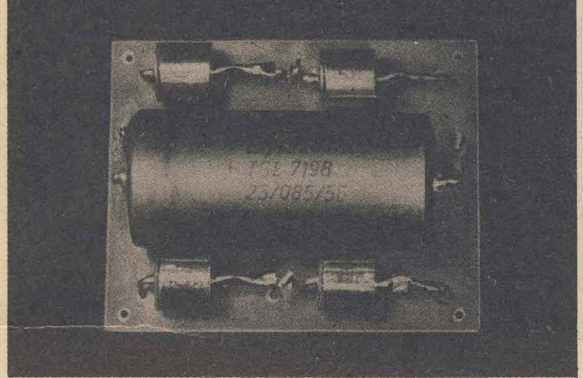

6d

Tabelle 2 Grenzwerte des ***P 355 D***

Kenngröße	Kurzzeichen	Einheit	Kleinstwert	Größtwert
Betriebsspannung	U_S	V	0	6,5
Eingangsspannung (außer TT und CV)	U_I	V	0	5,25
Ausgangsspannung	U_O	V	0	6,5
Verlustleistung	P_V	mW	–	400
Eingangsdauerstrom	$-I_I$	mA	0	1(2)
Ausgangsstrom an CB	I_{OL}	mA	–	5
Kapazität an CB	C_{CB}	nF	0,03	100
Eingangsspannung an TT, CV	U_{TT}, U_{CV}	V	0	$U_S + 0,5$

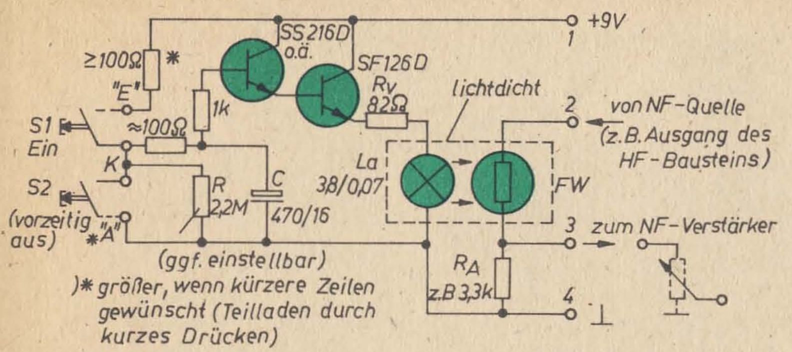
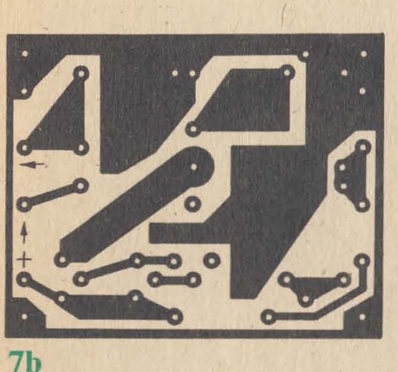
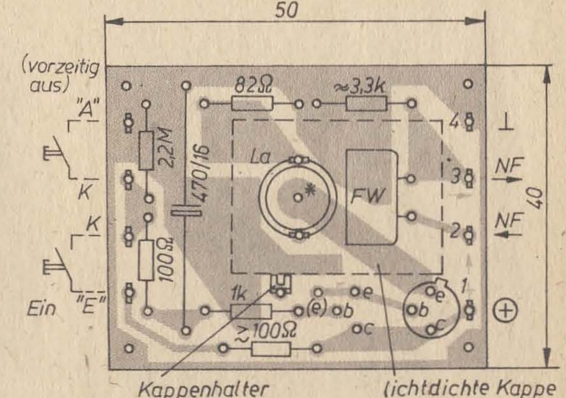


Bild 7
»Weiches« Ausblenden von NF-Signalen mit einer Optokoppleranordnung: a – Stromlaufplan (Reihenfolge La, 82 Ω vertauscht), b – Leiterbild, c – Bestückungsplan, d – Musterbaustein, e, f – geöffneter Optokoppler, Ansichten

7a

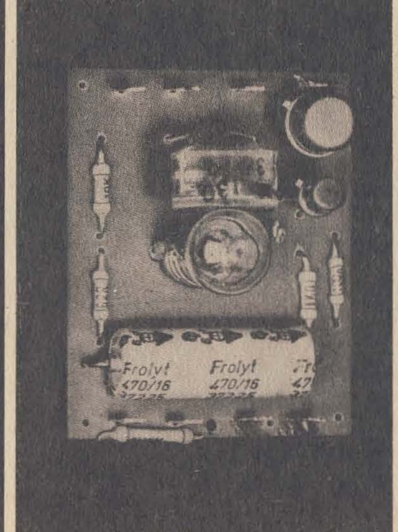


7b

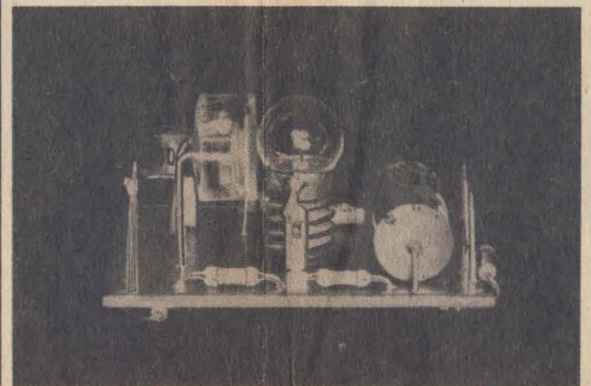


7c

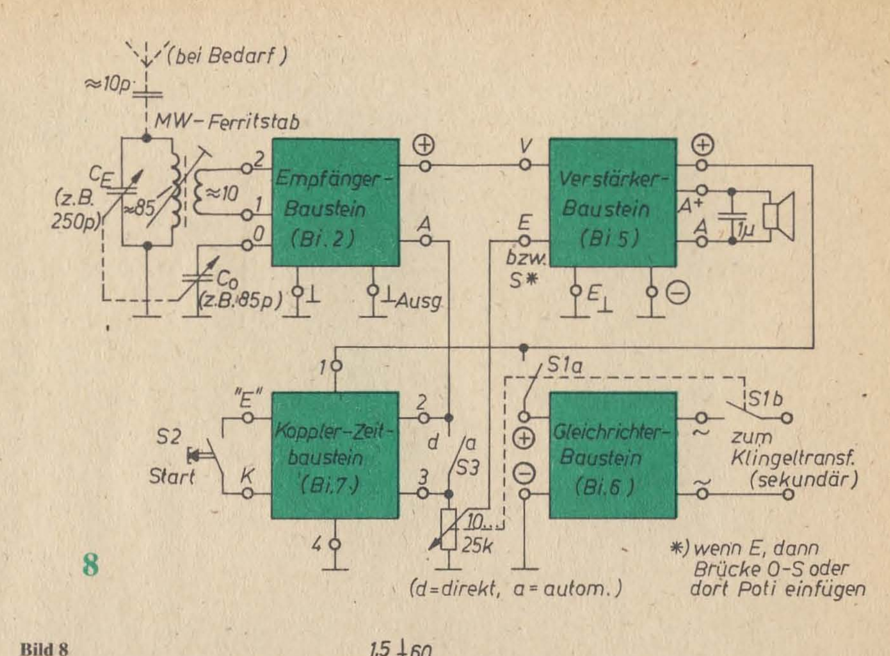
7d



7e



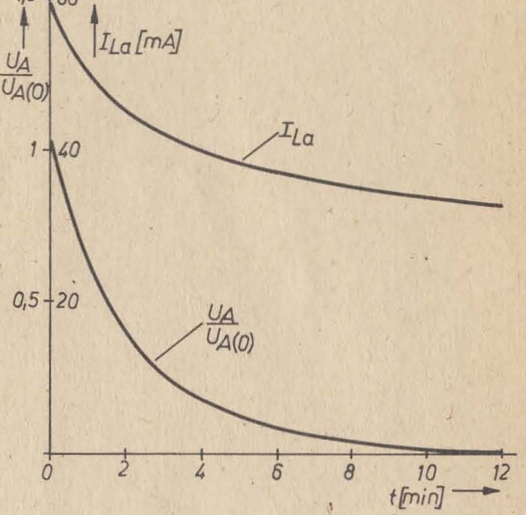
7f



8

Bild 8
Einfügen der Einrichtung nach Bild 7 in einen Empfänger nach Abschnitt 2. (Gesamtschaltung des erweiterten Geräts; NF-Vorstufe nicht benutzt)

Bild 9
Kennlinien des Musterbausteins nach Bild 7



9

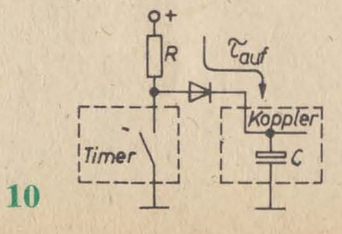
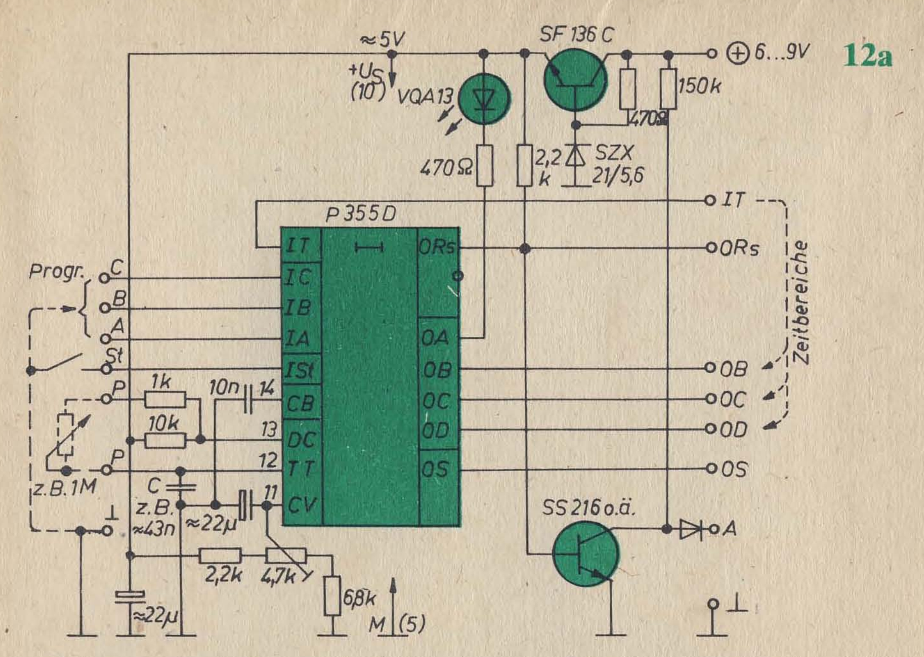
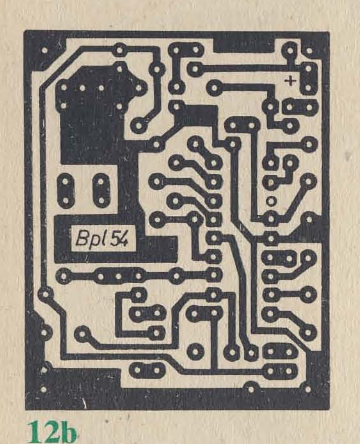


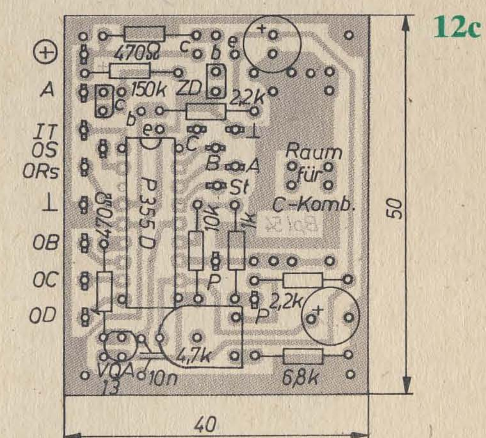
Bild 10
Der Kondensator des Optokopplers wird bei dieser Verbindung mit einem Timer (durch Schalter symbolisiert) nur geladen, wenn Schalter offen ist

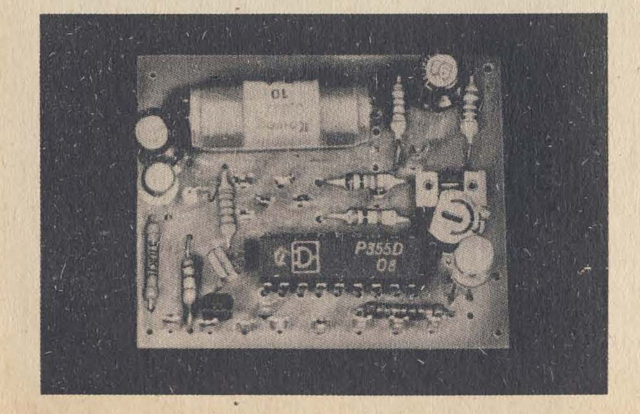
10





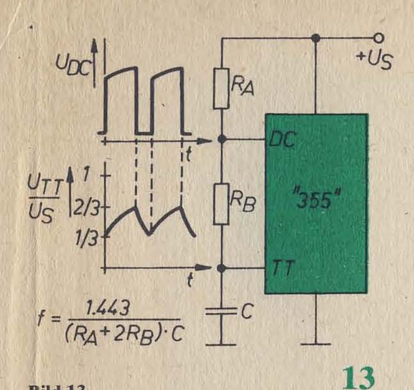
12b





12d

Bild 12
Timermodul mit *E* bzw. *P 355 D*, außer für Anwendung nach Abschnitt 3.2. (siehe Bild 17, Einschaltverzögerung programmiert) durch freie Programmierung vielseitig einsetzbar; für Empfängereinsatz spezieller Ausgang A; Beschaltung für »weiches« Wecken zusammen mit Bild 7 als Erweiterung zu Bild 8 (siehe Bild 10): a – Stromlaufplan, b – Leiterbild, c – Bestückungsplan, d – Musterbaustein



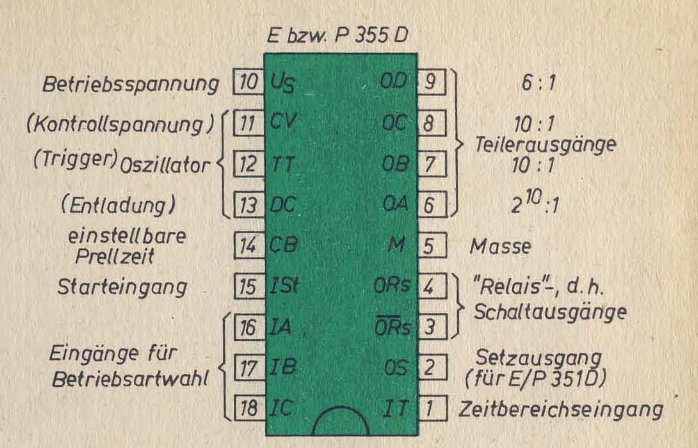
13

Bild 13
Stabiler *RC*-Oszillator (Teilbeschaltung des »*355*«)

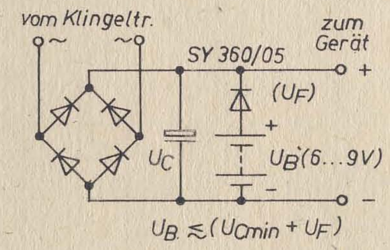
Bild 14
Anschlußbelegung des *E* bzw. *P 355 D*

Bild 15
Ausgangsverhalten des »*355*« ab Start, wenn OB an IT liegt; programmiert ist z. B. Kippfunktion

Bild 16
»Frequenztapete« für den Oszillator des *E* bzw. *P 355 D*

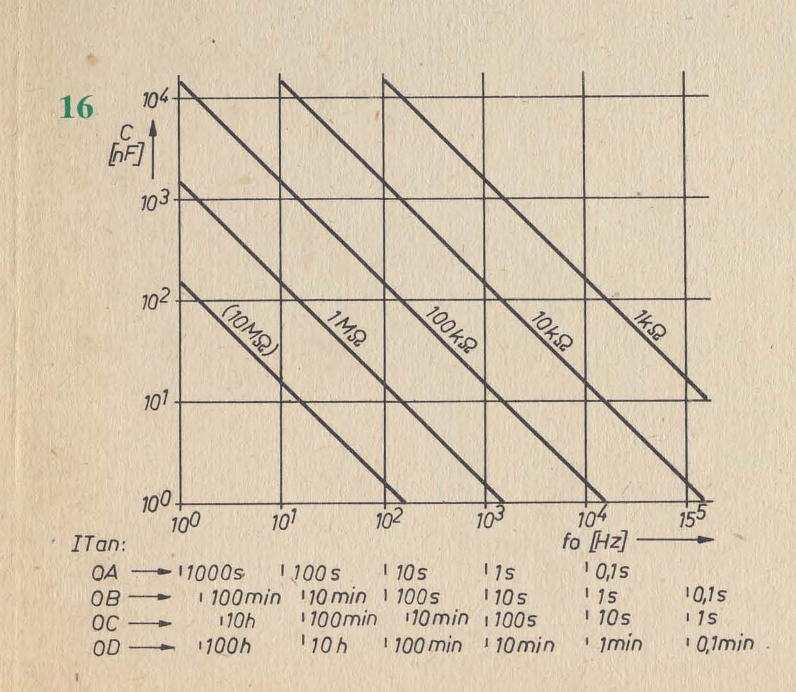


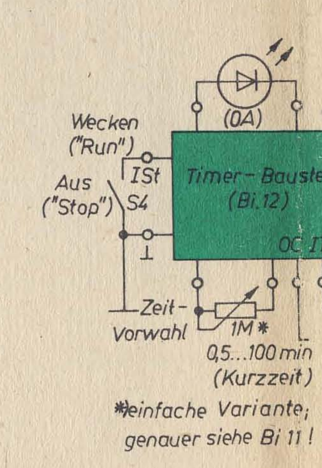
14

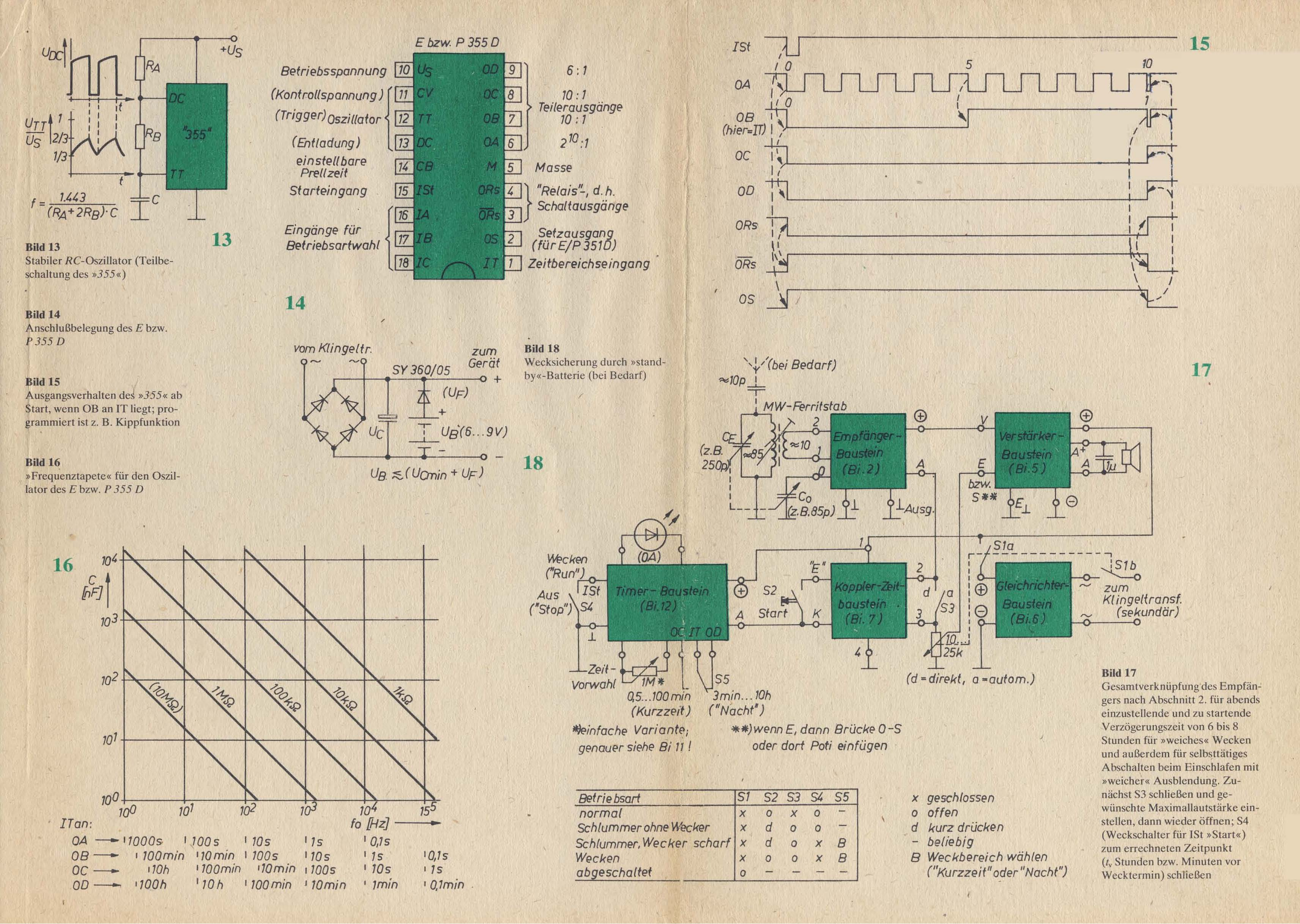


18

Bild 18
Wecksicherung durch »standby«-Batterie (bei Bedarf)







Betriebsart	S1	S2	S3	S4	S5
normal	x	o	x	o	–
Schlummer ohne Wecker	x	d	o	o	–
Schlummer, Wecker scharf	x	d	o	x	B
Wecken	x	o	o	x	B
abgeschaltet	o	–	–	–	–

Bild 13
Stabiler *RC*-Oszillator (Teilbeschaltung des »*355*«)

Bild 14
Anschlußbelegung des *E* bzw. *P 355 D*

Bild 15
Ausgangsverhalten des »*355*« ab Start, wenn OB an IT liegt; programmiert ist z. B. Kippfunktion

Bild 16
»Frequenztapete« für den Oszillator des *E* bzw. *P 355 D*

Bild 17
Gesamtverknüpfung des Empfängers nach Abschnitt 2. für abends einzustellende und zu startende Verzögerungszeit von 6 bis 8 Stunden für »weiches« Wecken und außerdem für selbsttätiges Abschalten beim Einschlafen mit »weicher« Ausblendung. Zunächst S3 schließen und gewünschte Maximallautstärke einstellen, dann wieder öffnen; S4 (Weckschalter für ISt »Start«) zum errechneten Zeitpunkt (t_v Stunden bzw. Minuten vor Wecktermin) schließen

Bild 18
Wecksicherung durch »standby«-Batterie (bei Bedarf)

Funktion	IC	IB	IA	Reaktionen
0 Teiler-überbrückung	L	L	L	Nach Start (IS̄t → L) läuft t_V ab, bevor OR̄s → L. OR̄s → H von Hand durch IS̄t → H. Wenn IS̄t → H bei $t < t_V$, bleibt OR̄s auf H, aber IS̄t → H löst Setzimpuls aus.
1 Einschalt-Verzögerung	L	L		wie 0
2 Addierende Einschalt-Verzögerung	L		L	wie 0 bzw. 1, aber OR̄s → L erst, wenn $\Sigma t_{IStL} = t_V$
3 Ausschalt-Verzögerung	L			t_V-Start erst bei IS̄t → H; retriggerbar (IS̄t → L; Neubeginn von t_V erst mit neuem IS̄t → H, also beliebige Zeitverlängerung bei Bedarf)
4 Kipp-Funktion		L	L	Nach Start mit IS̄t → L kann IS̄t in beliebiger Lage bleiben (nicht retriggerbar), automat. Abschalten nach t_V
5 Wisch-Funktion		L		Start mit IS̄t → L; automatisches Abschalten nach t_V, wenn IS̄t auf L bleibt, vorzeitig, wenn vorher IS̄t → H
6 Astabiler Multivibrator			L	läuft mit Peridendauer t_V, solange IS̄t auf L. Stop von Hand (IS̄t → H)
7 verbotene Funktion				

$$t_V = 0{,}693 \cdot (R_A + 2R_B) \cdot C \cdot \text{Teilerverhältnis}$$

Bild 19
Übersicht über die durch andere Programmierung des Bausteins nach Bild 12 realisierbaren Funktionen und die wichtigsten Impulspläne dazu (Reaktion von ORs; mehr Details sind in der genannten Broschüre enthalten)

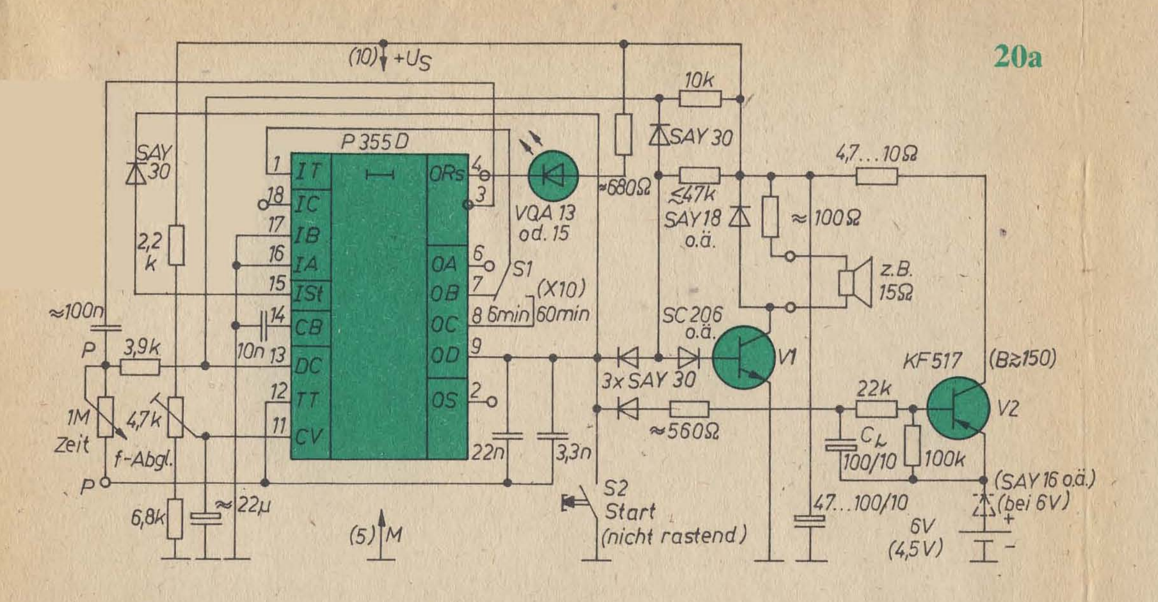
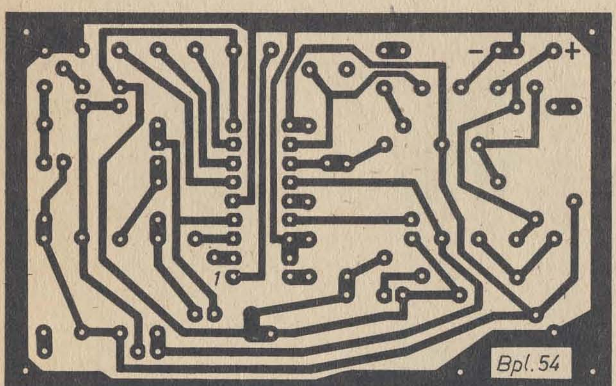
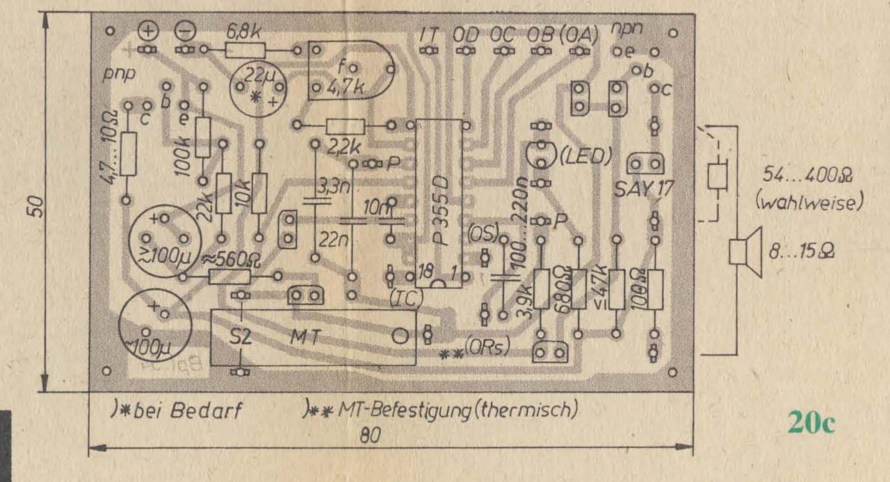
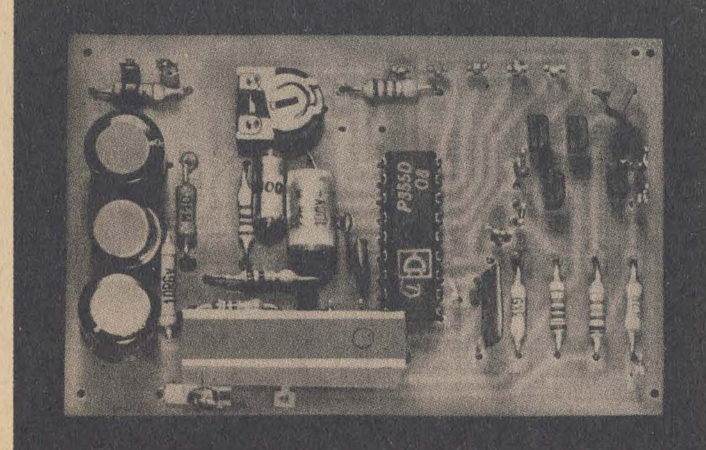
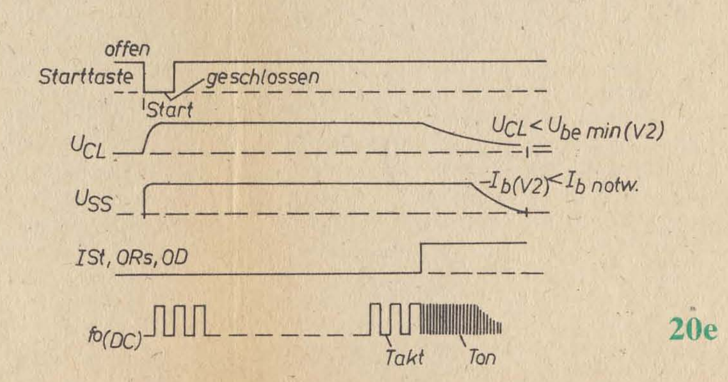


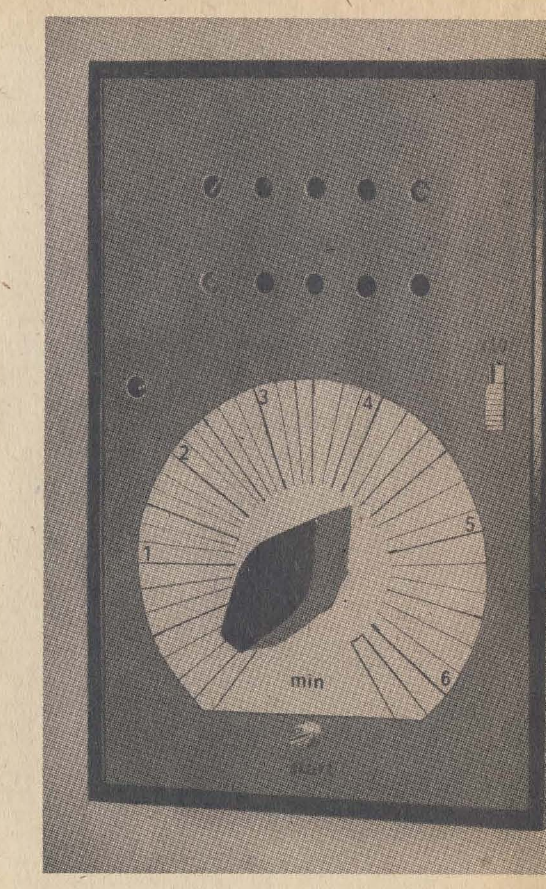
Bild 20
Ruhestromfreier Kurzzeitwecker für zwei Bereiche mit Signalton und automatischer Selbstabschaltung – eine etwas »unkonventionelle« Lösung, für die die Texthinweise wichtig sind: a – Stromlaufplan, b – Leiterbild, c – Bestückungsplan (Anschlüsse für OA, OS, ORs, IC nicht benutzt; Anschlußmöglichkeit auch für Hörkapsel 54 bis 400 Ω), d – Musterbaustein (endgültige Lage siehe Bild 20c!) (zum Mikrotaster Abschnitt 4.5. beachten), e – Ablaufdiagramm (»normales« Pegelverhalten der Schaltung – Texthinweise beachten!). Wenn Sofortton bei Start, dann bei diesem »*355*«-Exemplar ISt statt an OD an Ruhekontakt von S2 legen (dann Start bei Loslassen) oder einfach ein zweitesmal drücken!

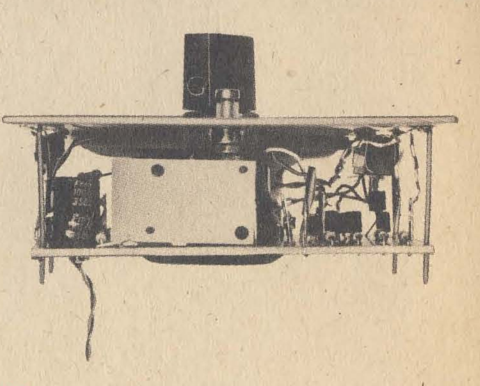






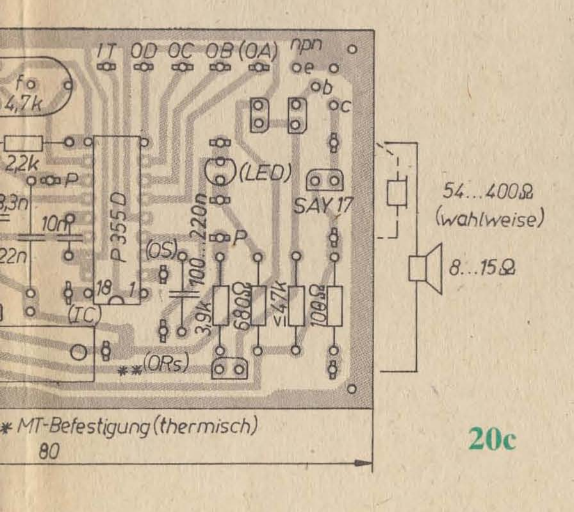




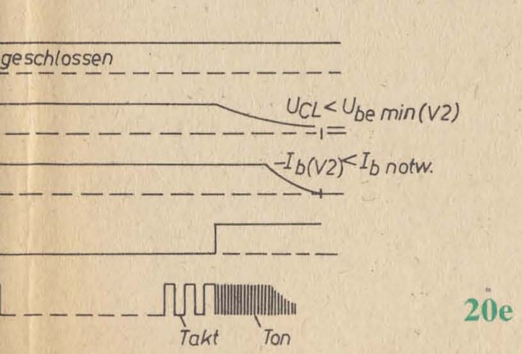


Bi
A
de
in
»I
Ei
ei
ge
ist
na
Re
b -
c -

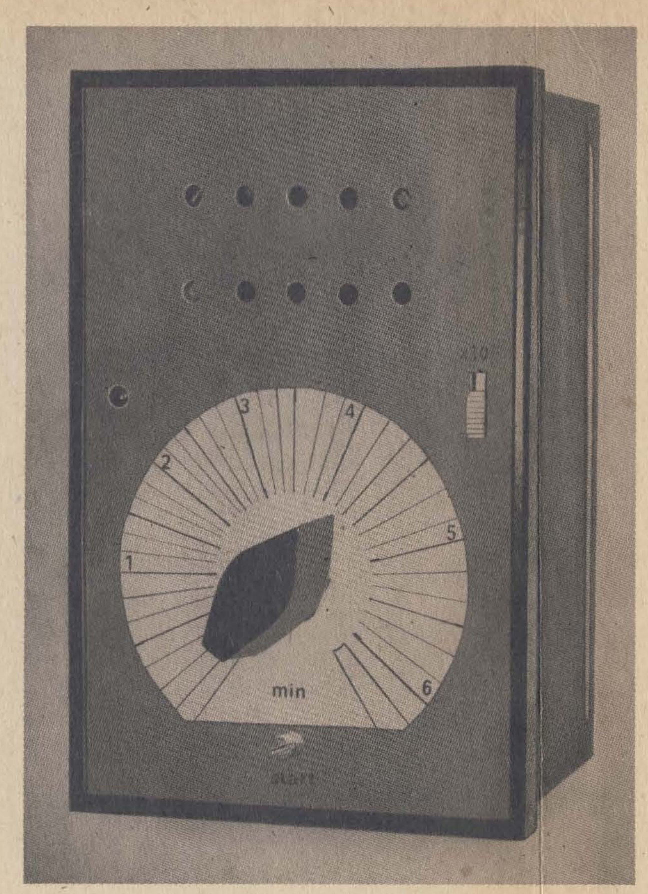
Bild 20
Ruhestromfreier Kurzzeitwecker für zwei Bereiche mit Signalton und automatischer Selbstabschaltung – eine etwas »unkonventionelle« Lösung, für die die Texthinweise wichtig sind: a – Stromlaufplan, b – Leiterbild, c – Bestückungsplan (Anschlüsse für OA, OS, ORs, IC nicht benutzt; Anschlußmöglichkeit auch für Hörkapsel 54 bis 400 Ω), d – Musterbaustein (endgültige Lage siehe Bild 20c!) (zum Mikrotaster Abschnitt 4.5. beachten), e – Ablaufdiagramm (»normales« Pegelverhalten der Schaltung – Texthinweise beachten!). Wenn Soforttton bei Start, dann bei diesem »355«-Exemplar ISt statt an OD an Ruhekontakt von S2 legen (dann Start bei Loslassen) oder einfach ein zweitesmal drücken!



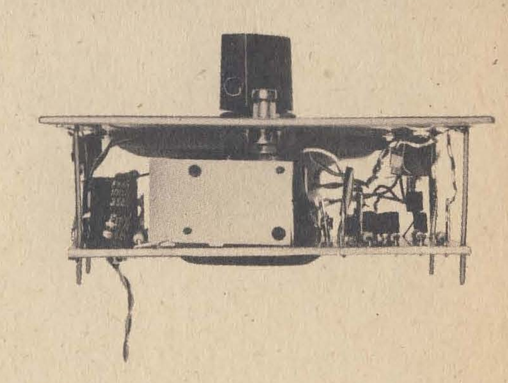
20c



20e

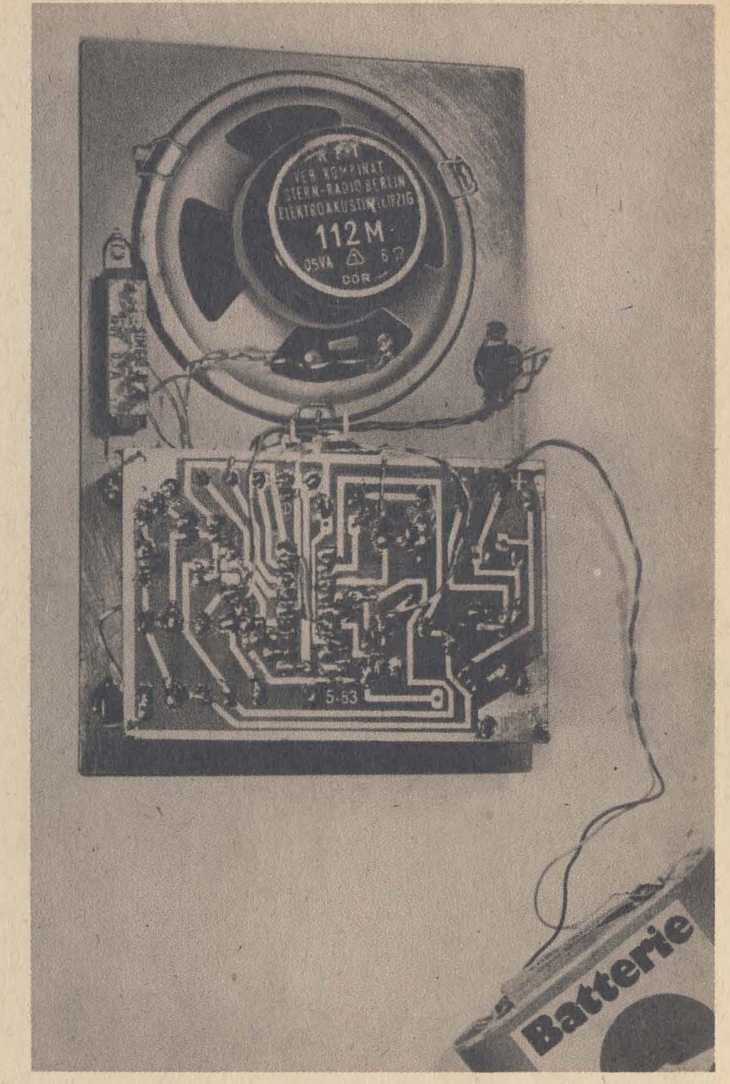


21a



21c

Bild 21
Ansichten und Montagedetails des Kurzzeitweckers, eingebaut in einen Transportkasten »132 × 86 × 55« vom VEB *Elrado*. Für die Tests wurde noch eine 4,5-V-Flachbatterie benutzt; gemäß gesetzlicher Festlegungen ist für Dauereinsatz eine Kombination aus drei oder vier Zellen *R6* vorzusehen; a – Frontansicht; b – Innenansicht, c – Mikrotasterbetätigung



21b

1. Auflage · © Militärverlag der Deutschen Demokratischen Republik (VEB) – Berlin, 1984 · Lizenz-Nr. 5 · Printed in the German Democratic Republic · Gesamtherstellung: Grafischer Großbetrieb Sachsendruck Plauen · Lektor: Rainer Erlekampf · Typografie: Helmut Herrmann · Redaktionsschluß: 20. Februar 1983 · LSV 3539 · Bestellnummer: 746 579 6 · DDR 1,– M